

3100098010069

TUGAS AKHIR
OE 1701



**ANALISA PEMASANGAN GROIN
DI PANTAI SANGSIT
BALI**



RSke
627.58
Wid
a-1
1997

Oleh :

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10-Des-97
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	7772

BENNY CANDRA WIDJAJA
NRP. 4392 100 017

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1997**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : ANALISA PEMASANGAN GROIN DI PANTAI SANGSIT
BALI

Penulis : BENNY CANDRA WIDJAJA

NRP : 4392 100 017

Surabaya, 1997

Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. W.A. Pratikto, M.Sc., Ph.D.

NIP. 130 816 210

Ir. Suntoyo

NIP. 132 133 977

*Dengan segenap rasa cinta yang tulus
kupersembahkan kepada Ibunda tercinta
Bapak yang di Surga
kakak dan keponakan tersayang*



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS - Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5928105, 5994251 psw. 1104 - 1107
Telex 34224 Fax 5947254

TUGAS AKHIR (OE.1702)

NO. 082/PT.12.FTK4.H8/Q/96

MATA KULIAH	:	TUGAS AKHIR
NOMOR MATA KULIAH	:	OE.1702
NAMA MAHASWA	:	Benny Candra Widjaya
NOMOR POKOK	:	4392100017
TGL.DIBERIKAN TUGAS	:	28 April 1997
TGL.SELESAINYA TUGAS	:	28 Desember 1997
DOSEN PEMBIMBING	:	1. Dr.Ir. W.A. Pratikto,MSc 2. Ir. Suntoyo

THEMA / URAIAN / DATA-DATA YANG DIBERIKAN / JUDUL TUGAS AKHIR :

ANALISA PEMASANGAN GROIN DI PANTAI SANGSIT BALI

DIBUAT RANGKAP 4 :

- ✓ 1. Mahasiswa ybs.
- 2. Dekan FTK-ITS
- 3. Dosen Pembimbing
- 4. Arsip Jurusan .

Surabaya, 28 April 1997
Ketua Jurusan ;



Dr. Ir. Bo Bud Djaliliko, MSc.
NIP. 131 407 592

ABSTRAK

Pantai Sangsit adalah salah satu pantai yang terletak di pulau Bali. Di lokasi ini, pariwisata belum berkembang sebagaimana Kuta, Sanur, atau Nusa Dua misalnya. Namun pada pantai ini perlu dilakukan pengamanan pantai berupa pembuatan bangunan pelindung pantai, karena dari pengamatan yang dilakukan, terlihat bahwa tingkat erosi yang terjadi cukup membahayakan. Erosi pada pantai Sangsit ini disebabkan ketidakseimbangan antara sedimen yang hanyut dengan sedimen yang terendapkan. Hal ini terjadi akibat adanya longshore transport yang terus-menerus mengikis material pantai hingga menyebabkan perubahan pada garis pantai dari tahun ke tahun makin besar. Analisa data yang meliputi data pasang surut, arus, angin dan gelombang untuk mengetahui kondisi pantai Sangsit. Dari analisa refraksi dan pendangkalan gelombang dapat diketahui karakteristik dari gelombang pecah. Untuk perhitungan perubahan garis pantai menggunakan metode Komar dengan membagi pantai menjadi 90 pias. Dari perhitungan perubahan garis pantai, terlihat bahwa erosi yang terjadi terutama disebabkan oleh longshore transport sebagai akibat arus laut dari gelombang pecah. Untuk menaggulangi erosi yang terjadi, maka dilakukan pemilihan atas bangunan pelindung yang ada (breakwater, groin, sand nourishment, seawall, dan reboisasi). Dari pertimbangan dan perhitungan yang dilakukan dipilih groin tumpukkan batu dengan panjang 55 meter dan jarak antar groin 180 meter, dipasang secara tegak lurus garis pantai. Dengan pemasangan groin ini, diharapkan mampu melindungi pantai Sangsit dari erosi akibat longshore transport.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul "*ANALISA PEMASANGAN GROIN DI PANTAI SANGSIT BALI*". Adapun penyelesaian Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, dan meraih gelar kesarjanaan.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Ir. Widi Agus Pratikto, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan pemikiran bagi penyelesaian Tugas Akhir ini.
- Bapak Ir. Suntoyo, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu serta pemikiran bagi penyelesaian Tugas Akhir ini.
- Bapak Ir. Imam Rochani, M.Sc selaku Dosen wali yang selalu memberikan dukungan moral selama masa studi.
- Bapak Dr. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan dan Bapak Ir. Paulus Indyono, M.Sc, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan yang selalu memberi motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Ibunda tercinta dan almarhumah Bapak, serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberi dukungan moral, material, dan motivasi, hingga terselesainya tugas ini.

- Sahabatku Pete, Satya, Dasril, Joe, Dhodot dan Nerlan, yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.
- Teman-teman seperjalanan Ayi' dan Gering dalam pencarian data ke Pulau Bali.
- Seluruh dosen dan karyawan yang telah banyak membantu.
- Semua teman-teman Angkatan 92 dan 91 yang tidak dapat disebutkan satu-satu disini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan sebagai masukan untuk terus memperbaiki ketidaksempurnaan buku ini.

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bangsa dan negara kita tercinta ini.

Surabaya, Oktober 1997

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
SK. TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang	1
I.2. Permasalahan	3
I.3. Batasan Masalah	3
I.4. Tujuan dan Manfaat	4
I.5. Metodologi	6

BAB II. Kondisi Pantai Sangsit

II.1. Keadaan Meteorologi	1
---------------------------	---

II.2. Keadaan Geografis	2
II.3. Keadaan Geologi	3
BAB III. Data Dan Analisa Hidroceanografi	
III.1. Umum	1
III.2. Data dan Analisa Pasang Surut	1
III.3. Data dan Analisa Arus	4
III.4. Data dan Analisa Angin	5
III.5. Data dan Analisa Gelombang	8
III.6. Analisa Refraksi dan Pendangkalan	20
III.6.1. Pendangkalan Gelombang	21
III.6.2. Refraksi Gelombang	23
III.6.3. Difraksi Gelombang	25
III.6.4. Gelombang Pecah	26
BAB IV. Mekanisme Erosi Pantai	
IV.1. Umum	1
IV.2. Penyebab Erosi Pantai Sangsit	8
IV.3. Analisa Erosi Pantai Sangsit	8
IV.4. Analisa Perhitungan Perubahan Garis Pantai	13

BAB V. Perencanaan Perlindungan Pantai Yang Sesuai Untuk Pantai Sangsit

V.1. Umum	1
V.2. Alternatif Pelindung Pantai	1
V.3. Kajian Terhadap Alternatif Pelindung Pantai	7
V.4. Alternatif Tata Letak Bangunan Pelindung Pantai	9
V.5. Macam-Macam Groin	10
V.6. Pemilihan Konstruksi	15
V.7. Bahan-Bahan Penyusun Lapis Lindung	17
V.7.1. Sifat-Sifat Bahan Lapis Lindung	18
V.7.2. Macam-Macam Bahan Lapis Lindung	19
V.8. Perhitungan Dimensi Groin	24
V.8.1. Berat Satuan Batuan Pelapis	24
V.8.2. Tebal Lapisan Pelindung	25
V.8.3. Panjang Tumit Pelindung	26
V.8.4. Lebar Mercu	26
V.9. Pemilihan Alternatif	27
 BAB VI. Kesimpulan	 1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.1	Peta lokasi pantai Sangsit di pulau Bali	I-2
Gambar 1.3.1	Lokasi daerah studi	I-5
Gambar 2.3.1	Distribusi ukuran butir tanah	II-5
Gambar 3.2.1	Pengikatan peiskal pengukuran pasang surut terhadap BM 0 pelabuhan	III-3
Gambar 3.4.1	Windrose untuk tahun 1986 - 1994	III-7
Gambar 3.5.1	Penarikan garis-garis fetch	III-13
Gambar 3.5.2	Koefisien koreksi kecepatan angin terhadap perbedaan temperatur	III-16
Gambar 3.5.3	Koefisien koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat	III-16
Gambar 3.5.4	Waverose untuk tahun 1986 - 1994	III-18
Gambar 3.6.1	Sketsa hukum Snellius	III-23
Gambar 3.6.2	Refraksi gelombang pada kontur dasar laut lurus dan sejajar	III-25
Gambar 3.6.3	Klasifikasi dari bentuk gelombang pecah	III-27
Gambar 4.3.1	Pembagian sel garis pantai pantai	IV-11
Gambar 4.3.2	Volume sel akibat perubahan garis pantai	IV-11
Gambar 4.3.3	Hubungan antara α_o , α_i dan α_b	IV-12
Gambar 4.4.1	Peta Lokasi studi	IV-16

Gambar 4.4.2	Perubahan garis pantai akibat gelombang datang arah utara	IV-20
Gambar 5.5.1	Penampang groin kayu dari depan dan atas	V-11
Gambar 5.5.2a	Penampang groin baja kombinasi dengan kayu	V-12
Gambar 5.5.2b	Penampang groin baja dari depan	V-13
Gambar 5.5.3	Penampang groin beton dari depan	V-13
Gambar 5.5.4	Penampang groin tumpukan batu dari depan	V-15
Gambar 5.9.1	Perubahan garis pantai untuk kondisi alternatif 4	V-36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3.1	Hasil penelitian tanah	II-4
Tabel 3.2.1	Komponen utama pasang surut	III-2
Tabel 3.4.1a	Jumlah jam kejadian angin keseluruhan tahun 1986-1994	III-6
Tabel 3.4.1b	Prosentase Kejadian angin keseluruhan tahun 1986-1994	III-6
Tabel 3.5.1	Perhitungan fetch efektif lokasi perairan Sangsit	III-14
Tabel 3.5.2	Prosentase kejadian gelombang keseluruhan tahun 1986-1994	III-17
Tabel 3.5.3	Arah, tinggi dan perioda gelombang tahunan signifikan maksimum	III-19
Tabel 4.4.1	Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang datang arah utara	IV-17
Tabel 5.9.1	Penilaian alternatif tata letak pelindung pantai Sangsit	V-28
Tabel 5.9.2	Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 4	V-36

DAFTAR NOTASI

a	Variabel yang diberikan oleh Wiegel
b	Variabel yang diberikan oleh Wiegel
b ₀	Jarak antara dua wave orthogonal di laut dalam
b ₁	Jarak antara dua wave orthogonal di daerah pantai
C	Celerity gelombang
C ₀	Celerity gelombang di laut dalam
C ₁	Celerity gelombang di daerah pantai
C _b	Celerity gelombang saat gelombang pecah
d	Kedalaman perairan
d _b	Kedalaman perairan saat gelombang pecah
Feff	Panjang fetch efektif
g	Percepatan gravitasi bumi
H	Tinggi gelombang
H _A	Tinggi gelombang setelah mengalami difraksi
H _i	Tinggi gelombang sebelum mengalami difraksi
H ₀	Tinggi gelombang di laut dalam
H ₀ '	Tinggi gelombang perairan dalam yang tidak mengalami refraksi
H _s	Tinggi gelombang signifikan
K _d	Koefisien difraksi

Kr	Koefisien refraksi
Ksh	Koefisien shoaling
K ₁	Luni solar diurnal
L	Panjang gelombang
Lb	Panjang gelombang pecah
Lo	Panjang gelombang di laut dalam
m	kemiringan dasar pantai
M ₂	Principal lunar
n	Porositas armor unit
Q	Transport sedimen sepanjang pantai
Q ₁	Principal lunar diurnal
R _L	Koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat
R _T	Koreksi akibat perbedaan antara temperatur udara dan air laut
Sr	Densitas relatif (W_r / W_w)
S ₂	Principal solar
t	Lama bertiupnya angin
T	Perioda gelombang
Ts	Perioda gelombang signifikan
U	Kecepatan angin
U _A	Faktor tegangan angin
U _Z	Kecepatan angin pada ketinggian Z meter
U ₁₀	Kecepatan angin pada ketinggian 10 meter

W	Berat armor unit
W _r	Berat satuan armor
W _w	Berat satuan air laut
X _i	Panjang garis fetch
Y	Jarak antara garis pantai dengan garis referensi
Z	ketinggian pengukuran kecepatan angin
α_b	sudut gelombang pecah
α_1	sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis horisontal
α_0	sudut yang dibentuk oleh gelombang datang dengan garis horisontal

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Hasil Perhitungan refraksi dan Pendangkalan Gelombang
- Lampiran B : Hasil Perhitungan Perubahan Garis Pantai Tanpa Bangunan
Pelindung
- Lampiran C : Hasil Perhitungan Perubahan Garis Pantai Untuk 5 Kondisi Alternatif

BAB I

PENDAHULUAN

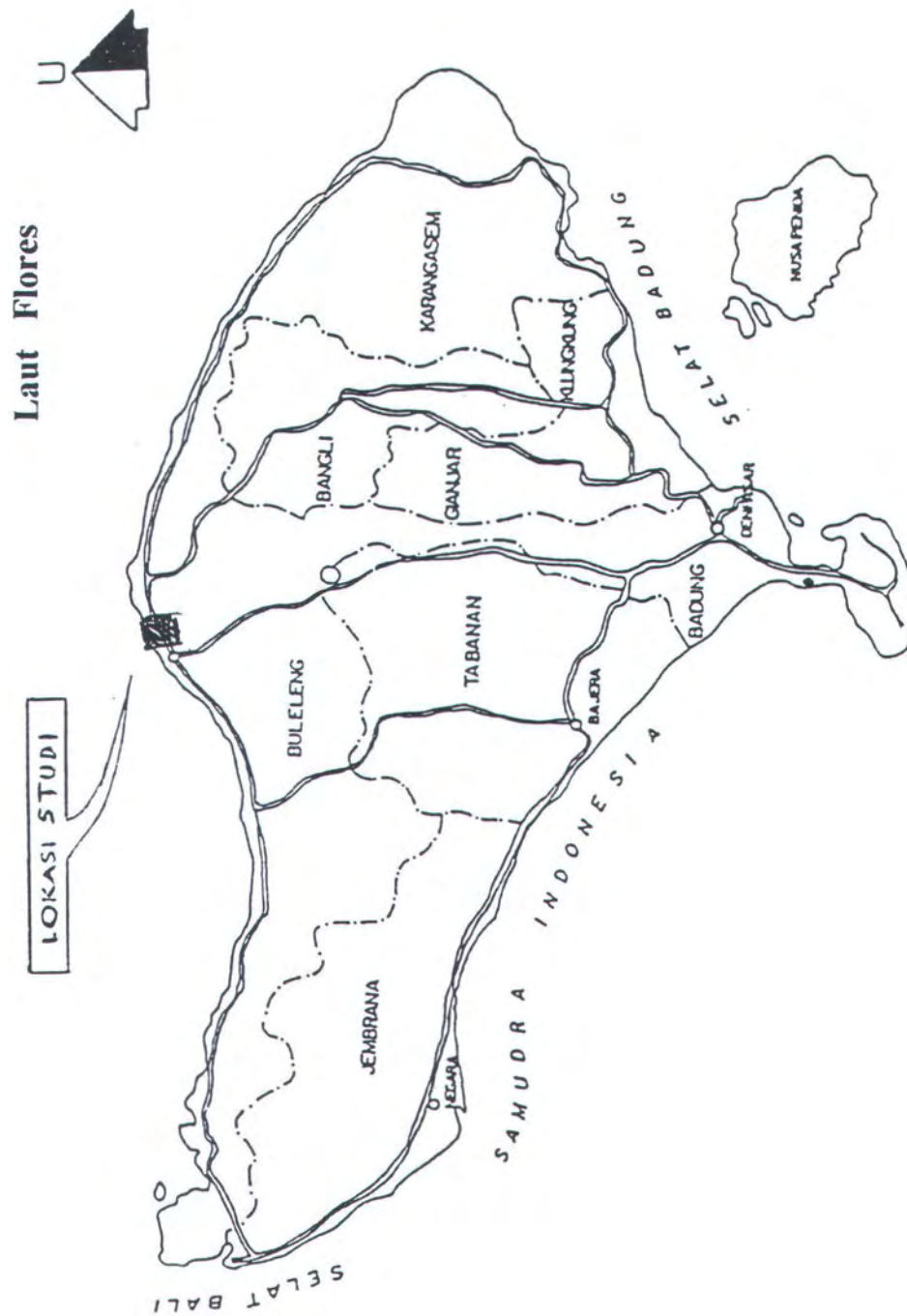
I.1. Latar Belakang

Pantai Sangsit terletak di Desa Sangsit, Kabupaten Buleleng, Bali (gambar 1.1.1). Di kawasan ini pariwisata belum berkembang dengan baik, namun pembuatan bangunan pelindung pantai disini ditujukan untuk mengamankan aset-aset lain, seperti :

1. Tempat ibadah, sebagian besar Pura, namun adapula Masjid.
2. Lahan pertanian yang subur tepat di belakang garis pantai.
3. Desa-desa nelayan tradisionil.

Keberadaan pantai Sangsit, dimana hempasan gelombang yang berasal dari Laut Flores menyebabkan erosi yang cukup besar. Erosi ini terutama adalah yang disebabkan oleh longshore transport. Hal tersebut terjadi karena keberadaan garis pantai yang tidak tegak lurus terhadap arah hempasan gelombang pecah (arah gelombang datang dan garis pantai membentuk sudut lebih kecil atau lebih besar dari 90°), serta adanya arus dari arah timur laut ke arah barat daya pada saat surut.

Di beberapa tempat pada sepanjang pantai Sangsit, terutama dibagian timur pantai terdapat permasalahan berupa erosi yang terus-menerus, sehingga garis pantai bergerak mundur ke arah darat. Apabila masalah tersebut tidak segera diatasi, dikhawatirkan pantai tersebut akan rusak dan merusak lingkungan di sekitarnya, yaitu



Gambar 1.1.1. Peta Lokasi Pantai Sangsit di Pulau Bali

keberadaan pemukiman penduduk, Pura-pura dan lahan pertanian, sehingga diambil kesimpulan bahwa pantai Sangsit merupakan salah satu pantai yang memerlukan pengamanan lebih lanjut. Dalam hal ini melindungi pantai Sangsit merupakan hal yang penting untuk melaksanakan program perlindungan dan pengamanan daerah pantai.

I.2. Permasalahan

Besarnya laju erosi yang terjadi di pantai Sangsit cukup besar, sehingga hal ini tidak dapat dibiarkan berlarut-larut dan perlu penanganan yang serius. Untuk itu maka perlu dibangun suatu bangunan pelindung pantai yang dapat mengurangi laju dari longshore transport tersebut.

Untuk pembangunan suatu bangunan pelindung pantai yang sesuai, maka diperlukan analisa-analisa mengenai kondisi alam di pantai Sangsit. Baik analisa gelombang, arus, angin, longshore transport, serta analisa lainnya yang dibutuhkan untuk perancangan secara optimal. Sehingga dengan dibangunnya pelindung pantai tersebut, maka erosi yang terjadi makin berkurang.

I.3. Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan, maka akan dilakukan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Daerah studi adalah pantai Sangsit dengan lokasi pantai membentang dari Muara Tukad Buwus sebagai batas Barat sampai Tanjung Penarukan batas Timur, seperti pada gambar 1.3.1.

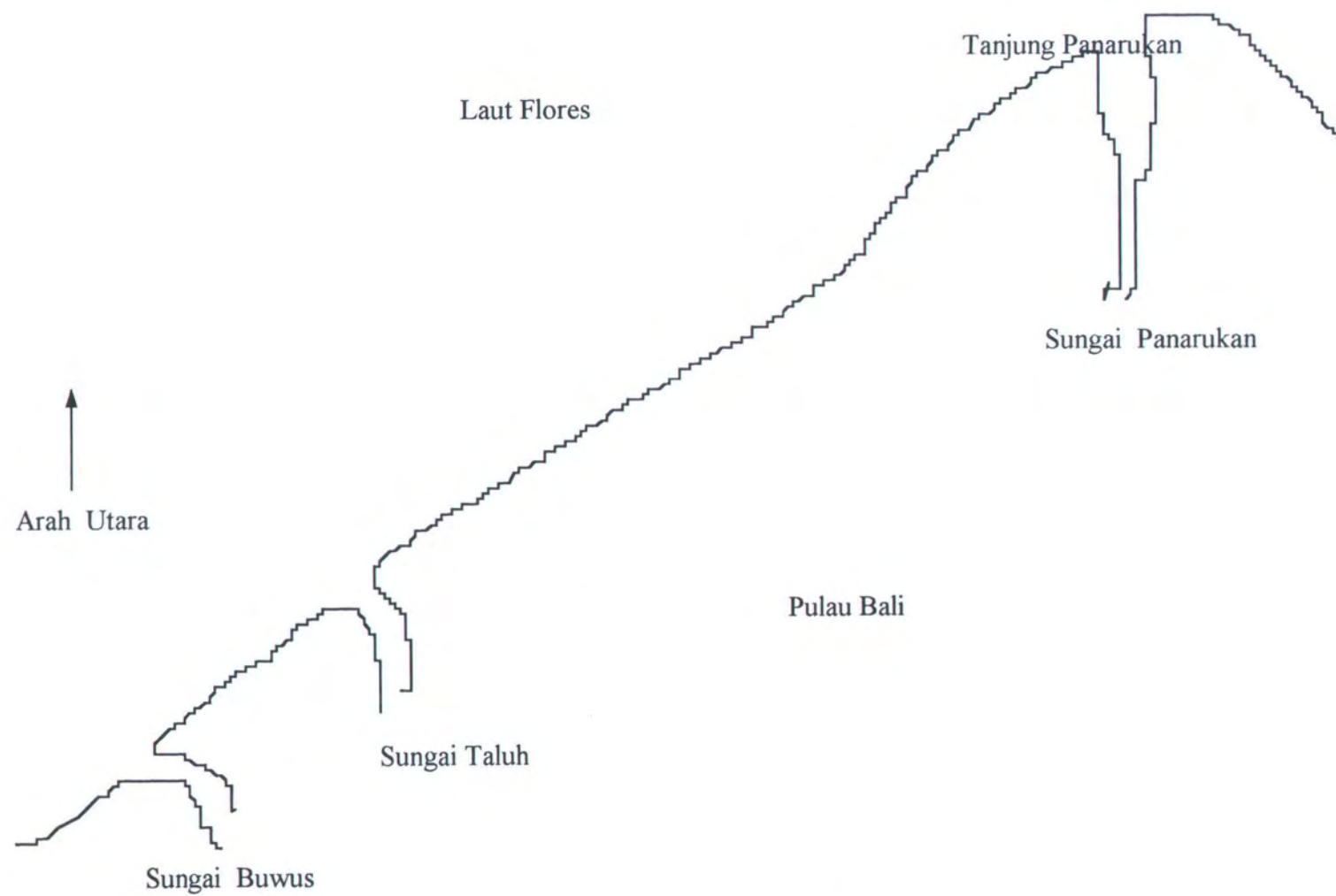
2. Analisa settlemen tidak dilakukan.
3. Analisa ekonomis tidak dilakukan.

I.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Mencari faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pantai Sangsit.
2. Mencari solusi agar kerusakan pada pantai Sangsit dapat ditanggulangi, sehingga dapat dipilih bangunan yang paling sesuai untuk kondisi pantai Sangsit. Oleh karena itu perlu ditentukan hal-hal berikut ini :
 - a Menentukan bangunan pelindung yang sesuai untuk dipasang di pantai Sangsit.
 - b Menentukan dimensi bangunan pelindung, baik panjang, tinggi, serta jarak.
 - c Menentukan penempatan lokasi bangunan pelindung.

Sedangkan manfaat dari studi ini dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan untuk meninjau ulang pembuatan bangunan pelindung pantai di pantai Sangsit, agar bangunan tersebut dapat bekerja secara optimum dan sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 1.3.1. Daerah Studi

I.5. Metodologi

Metodologi yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan dan evaluasi data-data yang ada.

Data-data lapangan tersebut selanjutnya dianalisa, dimana dari hasil analisa ini akan memberikan suatu data yang diperlukan dalam pemasangan bangunan pelindung pantai yang sesuai.

2. Analisa refraksi gelombang.

Dari analisa refraksi, maka dapat diketahui karakteristik dari gelombang pecah.

3. Analisa penyebab dari longshore transport.

Dengan mengetahui penyebab dari longshore transport yang terjadi, maka dapat dicari solusi untuk menangani masalah diatas. Dimana dilakukan perhitungan besarnya longshore transport yang terjadi.

4. Pemilihan alternatif bangunan pelindung pantai.

Dari bermacam-macam bangunan pelindung pantai dipilih salah satu yang paling sesuai dengan kondisi pantai.

5. Perhitungan dengan membandingkan beberapa alternatif jarak dan panjang dari bangunan pelindung yang akan dipasang.

6. Kesimpulan.

BAB II

Kondisi Pantai Sangsit

II.1. Keadaan Meteorologi

Keadaan meteorologi pantai Sangsit tidak berbeda dengan tempat-tempat lain di pulau Bali, dimana musim pada pulau ini berubah setiap enam bulan sekali. Musim kemarau (Juni - September) adalah dipengaruhi oleh masa udara dari daratan Australia dan pada musim hujan (Desember - Maret) adalah dipengaruhi oleh masa udara yang melewati Samudra Pasifik.

Periode transisi antara dua musim tersebut adalah dari April - Mei dan dari Oktober - Nopember.

Pada musim hujan, angin berhembus lebih cepat dibandingkan dengan musim kemarau. Angin pada musim ini berhembus dari barat daya, sehingga musim ini kadang-kadang juga disebut musim barat. Selama musim kering, angin berhembus dari Benua Australia. Angin pada musim ini terkadang juga berhembus sangat cepat.

Angin yang berhembus diatas perairan laut biasanya dengan kecepatan antara 30 -60 knots. Selama periode transisi (April - Mei dan Oktober - Nopember), arah angin menjadi tidak teratur.

II.2. Keadaan Geografis

Pantai Sangsit terletak di desa Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali. Disepanjang kawasan studi ini, terdapat beberapa sungai yang bermuara di Pantai Sangsit, diantaranya adalah sungai Buwus, sungai Taluh, dan sungai Penarukan. Ketiga sungai tersebut sangat mempengaruhi erosi / sedimen transport disepanjang pantai Sangsit. Berikut ini informasi mengenai ketiga sungai di atas :

1. Sungai Buwus :

Luas DAS	: 22.1 km ²
Kemiringan dasar sungai	: 0.063100137
Beda elevasi dengan permukaan laut	: 1150 m
Debit aliran air sungai rata-rata	: 1.3003 m ³ /det
Laju angkutan sedimen dasar (bed load)	: 1453.231 m ³ /tahun

2. Sungai Taluh :

Luas DAS	: 7.94 km ²
Kemiringan dasar sungai	: 0.024420024
Beda elevasi dengan permukaan laut	: 250 m
Debit aliran air sungai rata-rata	: 0.4159 m ³ /det
Laju angkutan sedimen dasar (bed load)	: 143.235 m ³ /tahun

3. Sungai Penarukan :

Luas DAS	: 52.12 km ²
Kemiringan dasar sungai	: 0.034425451
Beda elevasi dengan permukaan laut	: 725 m
Debit aliran air sungai rata-rata	: 2.0745 m ³ /det
Laju angkutan sedimen dasar (bed load)	: 1664.856 m ³ /tahun

II.3. Keadaan Geologi

Untuk memperoleh data geologi ini, perlu dilakukan pengeboran dan mengambil sampelnya. Data yang diperoleh ini dites di laboratorium untuk dapat mengetahui karakteristik tanah dan batuan dari lokasi yang ditinjau. Hal ini merupakan data yang sangat penting dalam memutuskan desain suatu struktur yang paling tepat.

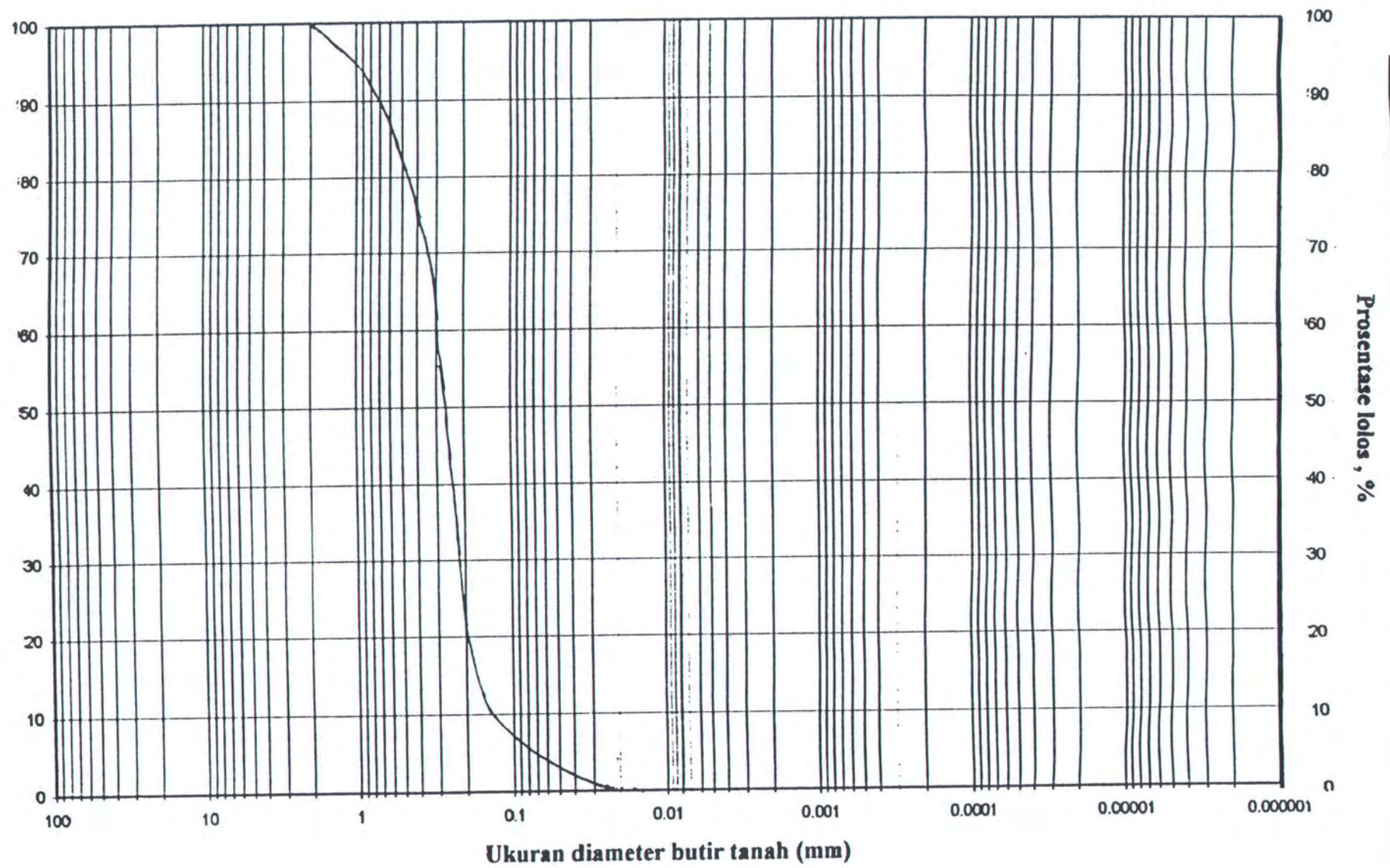
Pada tabel di bawah ini merupakan hasil penelitian tanah (tabel 2.3.1) dan distribusi ukuran butir tanah (gambar 2.3.1) yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Universitas Udayana.

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (remolded) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (adsorbed water) di sekeliling permukaan dari partikel lempung. Pada tahun 1900, seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Kadar air

dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (shrinkage limit / SL). Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke keadaan plastis terjadi dinamakan batas plastis (plastic limit / PL), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (liquid limit / LL). Sedangkan indeks plastisitas (plasticity index / PI) adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah, atau $PI = LL - PL$. Batas-batas diatas juga dikenal sebagai batas-batas Atterberg (Atterberg limit). Kondisi tanah di lokasi studi adalah pasir (non plastis), sehingga tidak memiliki batas-batas Atterberg (Braja, 1993).

Tabel 2.3.1 Hasil Penelitian Tanah

No	Jenis Pemeriksaan	Nilai
1	Kadar air asli %	45.1
2	Berat jenis Gs gr/cm^3	2.56
3	Batas-batas Atterberg :	Non Plastis
	- Batas Cair (LL) %	-
	- Batas Plastis (PL) %	-
	- Indeks Plastis (PI) %	-
	-Batas Susut (SL) %	-



Gambar 2.3.1. Distribusi ukuran butir tanah

BAB III

Data dan Analisa

Hidro-oceanografi

III.1. UMUM

Hal yang penting dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang ada di lapangan dalam kaitannya dengan perencanaan suatu struktur adalah dengan menyelidiki kondisi lapangan, agar diperoleh data-data yang diperlukan untuk selanjutnya dilakukan analisa dari data-data tersebut dan dari analisa data ini maka dapat diketahui kondisi lapangan sesungguhnya yang dapat dijadikan acuan untuk memecahkan masalah yang ada.

Beberapa data yang dikumpulkan dalam pembahasan masalah ini, diantaranya adalah data pasang surut, arus, gelombang dan angin. Data-data lapangan tersebut diperoleh dari Dinas P.U. Bali.

III.2. Data dan Analisa Pasang Surut

Pasang surut adalah naik turunnya permukaan air laut yang dipengaruhi oleh gaya tarik menarik antara bumi dengan planet-planet lain terutama bulan dan matahari.

Data dan analisa pasang surut diperlukan untuk mengetahui pola pasang surut dan kedudukan permukaan air laut di lokasi. Pengamatan pasang surut dilakukan pada

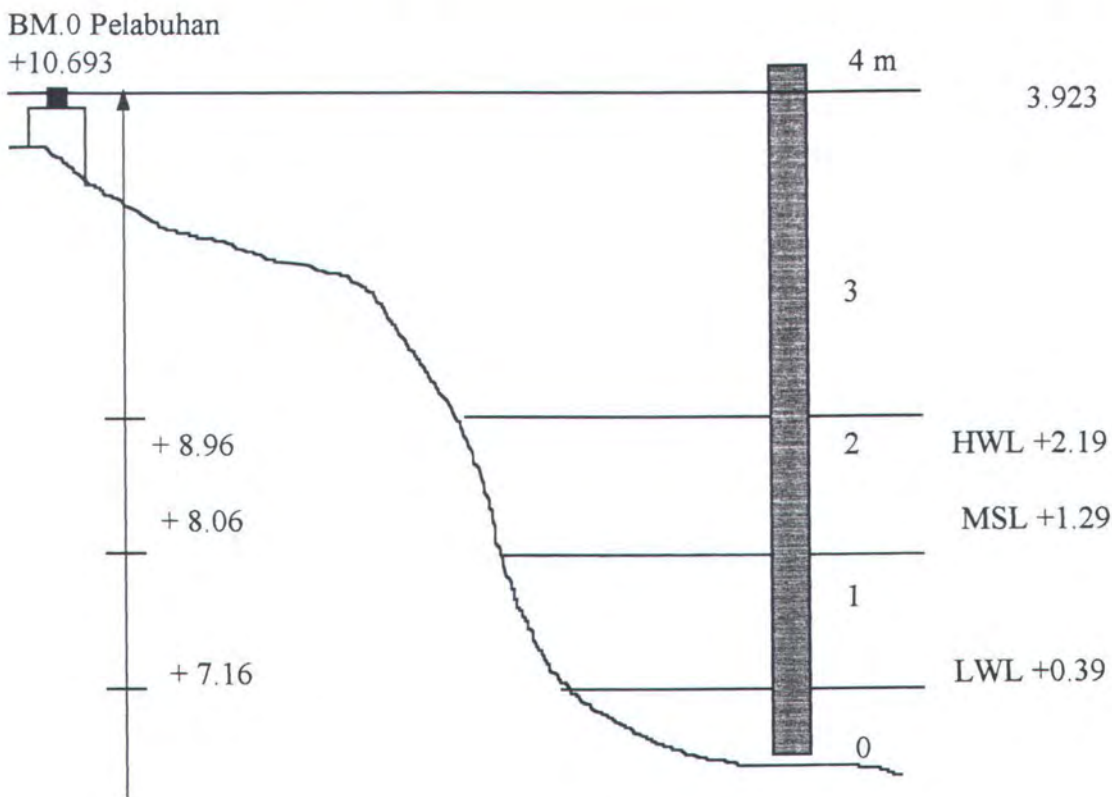
tempat dimana air tidak surut dengan menggunakan papan duga (peilschaal) serta diamati selama 15 hari terus-menerus. Kondisi pantai di daerah penelitian sangat sulit untuk membangun stasiun pengamat muka air karena pantai yang terjal dan berbahaya bagi keamanan alat maupun surveyor. Dalam pelaksanaan pengukuran pasang surut, selain alat otomatis dipasang pula alat peiskal biasa untuk mengkalibrasi jalannya alat. Elevasi dari alat ATR (Automatic Tide Recorder) yang digunakan selanjutnya diikatkan pada titik tetap yang telah ditentukan dengan melakukan leveling.

Elevasi dari titik nol peiskal diikatkan terhadap titik tetap BM 0 pelabuhan. Elevasi BM 0 telah diketahui yaitu +10.693. Elevasi titik nol peiskal +6.77. Bacaan muka air rata-rata MSL pada peiskal adalah 1.29 sehingga elevasi muka air rata-rata (MSL) adalah +8.06 pada bacaan peiskal. Sketsa pengikatan elevasi titik nol digambarkan pada gambar 3.2.1.

Berikut ini (tabel 3.2.1) adalah komponen pasang surut yang dilakukan oleh Dinas Hidro-oceanografi TNI-AL.

Tabel 3.2.1. Komponen utama pasang surut

Nama Komponen	Amplitudo (cm)
Principal lunar (M2)	24.8
Principal solar (S2)	15.5
Luni solar diurnal (K1)	27.6
Principal lunar diurnal (O1)	21.0



Gambar 3.2.1. Pengikatan peiskal pengukuran pasang surut terhadap BM 0 pelabuhan

Dari tabel 3.2.1 diatas, dapat ditentukan tipe pasang surut yang terjadi

(Pratikto,1996), didapat perbandingan harga $\frac{K1 + O1}{M2 + S2}$. Bila harga $\frac{K1 + O1}{M2 + S2} > 1$,

maka pasang surut yang terjadi cenderung diurnal. Dan bila harga $\frac{K1 + O1}{M2 + S2} < 1$,

maka pasang surut yang terjadi cenderung semi diurnal. Selanjutnya, dengan memasukkan nilai amplitudo komponen utama diatas maka dapat diketahui bahwa

harga $\frac{K1 + O1}{M2 + S2} = 1.206$, sehingga pasang surut yang terjadi di pantai Sangsit adalah

tipe diurnal. Hal ini berarti pasang surut terjadi sekali dalam sehari, dengan level pasang surut sebagai berikut :

- MSL (Mean Sea Level) = + 1.29 m
- LWS (Low Water Surface) = + 0.39 m
- HWS (High Water Surface) = + 2.19 m

III. 3. Data dan Analisa Arus

Pengamatan arus dilakukan dengan menggunakan alat ukur arus Current Meter OTT. Pengukuran arus tetap ini dilaksanakan di satu tempat selama 30 X 24 jam, dengan interval pengukuran setiap 1 jam. Kedalaman arus yang diukur hanya \pm 10 m dari permukaan, mengingat kedalaman laut pada lokasi pengukuran lebih dari 15 m.

Pengukuran arus ini dilakukan dari atas perahu yang dijangkar di lokasi pengukuran. Arah arus diukur dengan cara mengikuti arah dari gerakan pelampung yang diberati oleh resistant body yang dipasang pada kedalaman 0.5 d. Arah arus hanya diukur di tengah-tengah kedalaman dengan asumsi arah arus terjadi dalam arus yang sama.

Dari hasil pengukuran arus selama 30 X 24 jam dapat disimpulkan bahwa arus yang ditimbulkan oleh gerak pasang surut mempunyai kecepatan yang berkisar 0.01 - 0.3 m/detik dengan arah yang dominan menuju ke barat daya pada saat surut dan menuju ke timur pada saat pasang.

III. 4. Data dan Analisa Angin

Data angin yang digunakan adalah data angin jam-jaman dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Jakarta untuk Stasiun Pengamatan Banyuwangi, Jawa Timur selama kurun waktu pengamatan 7 tahun, dari tahun 1986 - 1994. Perlu dicatat disini bahwa data angin tahun 1989 dan 1991 tidak tersedia. Data angin yang digunakan diambil dari Stasiun Pengamatan Banyuwangi, karena daerah tersebut dianggap memiliki karakteristik iklim dan gelombang yang sama dengan lokasi Perairan Sangsit dibandingkan dengan Stasiun Pengamatan Ngurah Rai, Denpasar.

Angin mengakibatkan gelombang laut, oleh karena itu data angin dapat digunakan untuk prediksi tinggi dan arah gelombang di lokasi proyek. Sehingga data angin sangat diperlukan sebagai masukan dalam perencanaan suatu bangunan pelindung pantai.

Hasil pengukuran angin yang diperlukan antara lain kecepatan rata-rata, kecepatan maksimum dan arahnya.

Tabel 3.4.1.a dan b menyajikan statistik data angin harian untuk kurun waktu total dari tahun 1986 - 1994 ("total" artinya tidak dipilah menurut bulan kejadian). Angka-angka statistik tersebut dapat disajikan secara visual dalam bentuk "windrose", sebagaimana disajikan dalam gambar 3.4.1 untuk kejadian angin total dari tahun 1986-1994.

Tinjauan atas data angin yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan angin didominasi bertiup dari arah Selatan (24.9 persen).

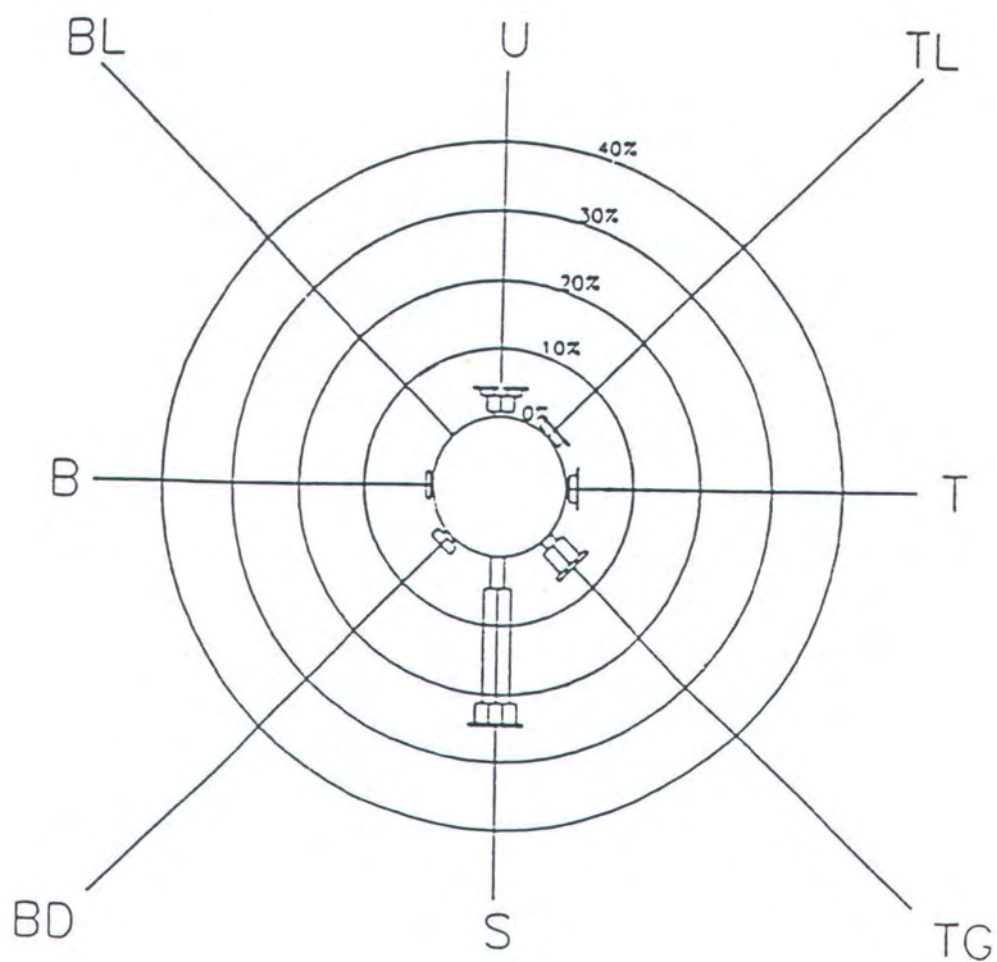
Tabel 3.4.1.a. Jumlah jam kejadian angin keseluruhan tahun 1986 - 1994
Stasiun Pengamatan Banyuwangi

Arah	Kecepatan Angin V (Knot)					Jumlah
	$0 < V \leq 5$	$5 < V \leq 10$	$10 < V \leq 15$	$15 < V \leq 20$	> 20	
Utara	434	1382	568	220	120	2724
Timur Laut	201	657	230	97	40	1225
Timur	282	685	128	16	14	1125
Tenggara	903	2326	392	51	9	3681
Selatan	2842	10216	1876	273	87	15294
Barat Daya	405	880	116	23	8	1432
Barat	112	417	46	8	3	586
Barat Laut	16	33	12	6	2	69
Jumlah Jam Berangin					=	26136
Jumlah Jam Tidak Ada Angin					=	27863
Jumlah Jam Tak Tercatat					=	7369
Jumlah Jam Kejadian Total					=	61368

Tabel 3.4.1.b. Prosentase kejadian angin keseluruhan tahun 1986 - 1994
Stasiun Pengamatan Banyuwangi

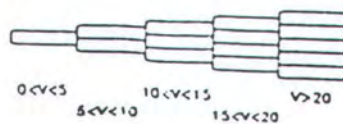
Arah	Kecepatan Angin V (Knot)					Jumlah
	$0 < V \leq 5$	$5 < V \leq 10$	$10 < V \leq 15$	$15 < V \leq 20$	> 20	
Utara	0.7	2.3	0.9	0.4	0.2	4.4
Timur Laut	0.3	1.1	0.4	0.2	0.1	2.0
Timur	0.5	1.1	0.2	0.0	0.0	1.8
Tenggara	1.5	3.8	0.6	0.1	0.0	6.0
Selatan	4.6	16.6	3.1	0.4	0.1	24.9
Barat Daya	0.7	1.4	0.2	0.0	0.0	2.3
Barat	0.2	0.7	0.1	0.0	0.0	1.0
Barat Laut	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
Jumlah Jam Berangin					=	42.6
Jumlah Jam Tidak Ada Angin					=	45.4
Jumlah Jam Tak Tercatat					=	12.0
Jumlah Jam Kejadian Total					=	100.0

DISTRIBUSI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN
TAHUN 1986 - 1994
STASIUN PENGAMATAN BANYUWANGI



Prosentase kejadian tidak ada angin = 45.4
Prosentase kejadian tak tercatat = 12.0

Kecepatan angin V dalam knot ditunjukkan dengan simbol sebagai berikut:



Gambar 3.4.1. Windrose untuk tahun 1986 - 1994

III. 5. Data dan Analisa Gelombang

Data gelombang adalah sangat penting untuk perencanaan suatu bangunan pantai terutama data pencatatan jangka panjang. Data gelombang ini disamping digunakan untuk perhitungan stabilitas bangunan juga diperlukan untuk analisa gerakan sedimen.

Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air dan akan menimbulkan gelombang. Daerah di mana gelombang dibentuk disebut daerah pembentukan gelombang. Gelombang yang terjadi pada daerah pembentukan ini kejadiannya bersamaan dengan hembusan angin, gelombang ini mempunyai bentuk seperti gunung dengan puncak tajam, dengan panjang gelombang antara 10 -20 kali tinggi gelombang, gelombang semacam ini disebut gelombang sea. Sedangkan gelombang swell adalah gelombang yang menjalar keluar daerah pembentukan dan merupakan gelombang bebas yang bentuknya lebih beraturan dengan panjang gelombang 30 -500 kali tinggi gelombang.

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, dengan timbulnya riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut akan menjadi semakin besar dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama semakin kuat angin berhembus besar gelombang yang terbentuk. Tinggi dan periode gelombang yang terbentuk tergantung dari pengaruh kecepatan angin (U), lama hembusan angin (t), panjang fetch (F), serta arah angin. Panjang fetch berpengaruh terhadap besarnya gelombang, dimana bila fetchnya

panjang, energi yang ditransfer oleh angin ke air cukup besar, sehingga gelombang yang terjadi cukup tinggi. Gelombang dengan perioda lama akan terjadi jika fetchnya cukup panjang.

Fetch dapat didefinisikan sebagai panjang daerah pembangkitan gelombang pada arah datangnya angin, dan biasanya dibatasi oleh daratan yang mengelilingi daerah pembangkitan gelombang. Apabila bentuk daerah pembangkitan tidak teratur, maka untuk perhitungan fetch efektif dapat dilakukan melalui persamaan (3.5.1) dibawah ini : (SPM, 1984)

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cdot \cos a_i}{\sum \cos a_i} \dots\dots\dots(3.5.1)$$

dimana

F_{eff} = fetch efektif

X_i = panjang garis fetch

a_i = sudut antara jalur fetch yang ditinjau dengan arah angin

Pada gambar 3.5.1 dapat dilihat untuk penarikan garis-garis fetch di perairan pantai Sangsit. Panjang daerah pembentukan gelombang atau fetch dapat ditentukan sebagai berikut :

- Pertama ditarik garis-garis fetch setiap interval sudut lima derajat.
- Tiap penjuru angin (arah utama) mempunyai daerah pengaruh selebar 22,5 derajat ke sebelah kiri dan kanannya.
- Panjang garis fetch dihitung dari lokasi peramalan (Sangsit) sampai ke daratan di ujung lainnya.

- Masing-masing garis fetch dalam daerah pengaruh suatu penjuru angin (arah utama) diproyeksikan ke arah penjuru tersebut.
- Panjang garis fetch diperoleh dengan membagi jumlah panjang proyeksi garis-garis dengan jumlah cosinus sudutnya.

Perhitungan fetch disajikan dalam bentuk tabel, yaitu tabel 3.5.1.

Untuk peramalan gelombang digunakan metode yang diberikan dalam SPM Vol 1, 1984. Dimana untuk peramalan ini kecepatan angin yang dipergunakan pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan angin tidak diukur pada ketinggian tersebut, maka kecepatan angin perlu dikoreksi dengan rumus berikut ini : (SPM, 1984)

$$U_{10} = U_z \left[\frac{10}{Z} \right]^{1/7} \quad \text{.....(3.5.2)}$$

dimana

U_{10} = kecepatan angin pada ketinggian 10 m

U_z = kecepatan angin pada ketinggian Z m ($Z < 20$ m)

Z = ketinggian pengukuran ($Z < 20$ m)

Disamping itu juga dilakukan koreksi terhadap perbedaan temperatur udara dan air laut, serta koreksi terhadap angin darat dengan rumus berikut ini : (SPM, 1984)

$$U = R_T R_L(U_{10}) \quad \text{.....(3.5.3)}$$

dimana

U = kecepatan angin (m/dt)

R_T = faktor koreksi akibat perbedaan temperatur (gambar 3.5.2)

R_L = faktor koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat

(gambar 3.5.3)

Dan untuk perhitungan tinggi gelombang signifikan (H_s), periode signifikan (T_s), dapat digunakan formulasi sebagai berikut : (SPM, 1984)

$$\frac{g H_s}{U_A^2} = 1,6 \times 10^{-3} (g F / (U_A)^2)^{1/2} \quad \dots\dots\dots(3.5.4)$$

$$\frac{g T_s}{U_A} = 2,857 \times 10^{-1} (g F / (U_A)^2)^{1/3} \quad \dots\dots\dots(3.5.5)$$

$$\frac{g t}{U_A} = 6,88 \times 10^1 (g F / (U_A)^2)^{2/3} \quad \dots\dots\dots(3.5.6)$$

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \quad \dots\dots\dots(3.5.7)$$

dimana :

H_s = tinggi gelombang signifikan (m)

T_s = periode gelombang signifikan (dt)

t = lama hembus angin (jam)

F = panjang fetch efektif (m)

g = percepatan grafitasi bumi (m/dt^2)

U_A = faktor tegangan angin (m/dt)

U = kecepatan angin (m/dt)

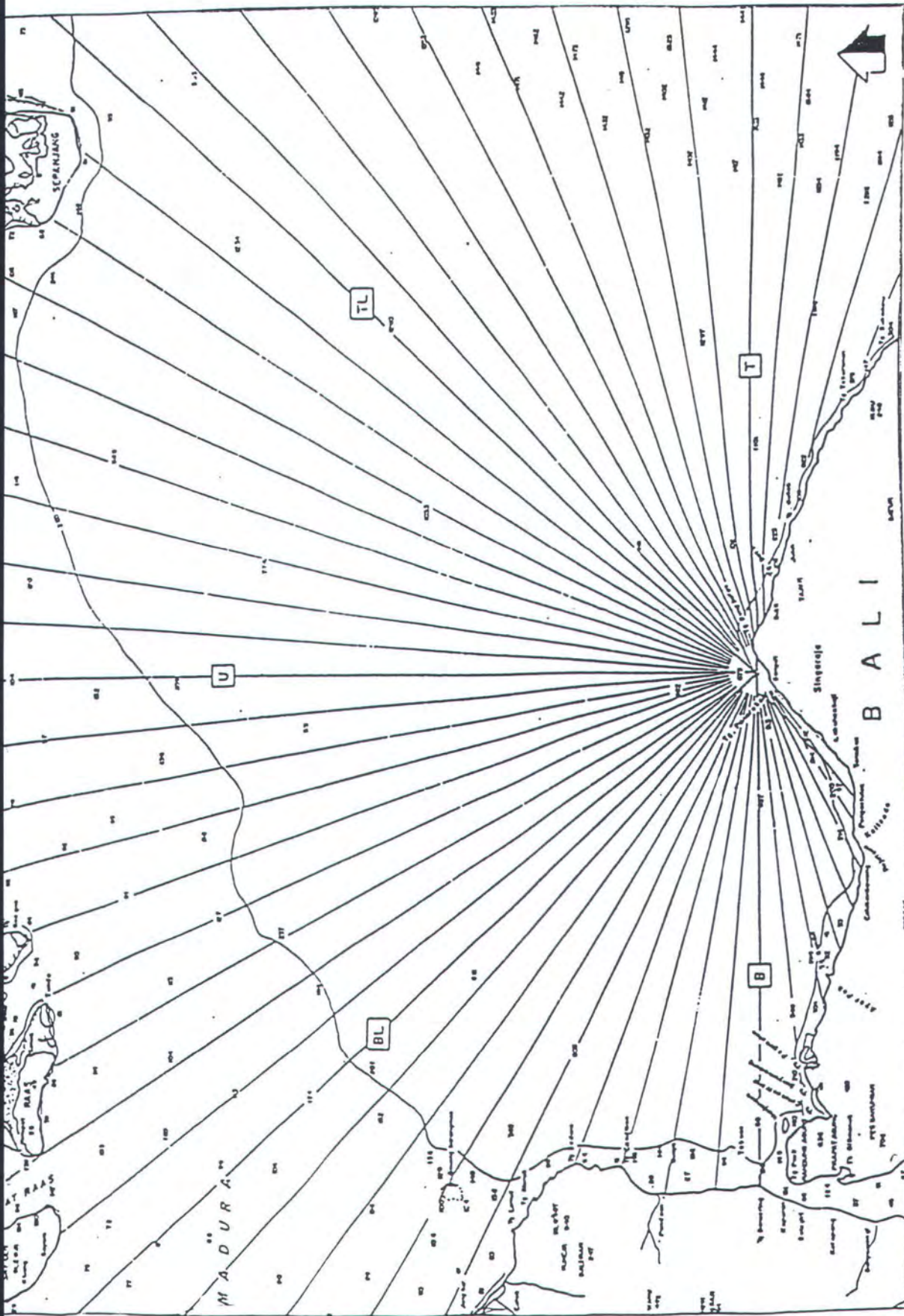
Data gelombang ini disajikan dalam bentuk tabel dan gambar “waverose”.

Dimana data gelombang untuk kejadian keseluruhan selama kurun waktu tujuh tahun (1986 - 1994) disajikan pada tabel 3.5.2 dan gambar 3.5.4. Sedangkan data

gelombang signifikan dan perioda signifikan maksimum yang terjadi setiap tahunnya (diambil data yang tertinggi untuk tiap-tiap tahunnya) ditunjukkan pada tabel 3.5.3.

Tinjauan atas data gelombang menunjukkan bahwa :

1. Secara keseluruhan (tinjauan menyeluruh 1986 - 1994), prosentase kejadian gelombang akibat angin hanya sekitar 21.6 persen dari total kejadian. Hal ini disebabkan oleh anggapan bahwa angin yang bertiup dari arah Selatan (dari arah daratan Pulau Bali) tidak menimbulkan gelombang dan prosentase terbesar angin yang bertiup dari arah Selatan.
2. Secara keseluruhan, angin dan gelombang dominan bertiup dari arah Utara. Gelombang dari arah Utara cukup dominan dengan gelombang lebih besar dari 0.8 m berjumlah 9.5 persen kejadian gelombang akibat angin.



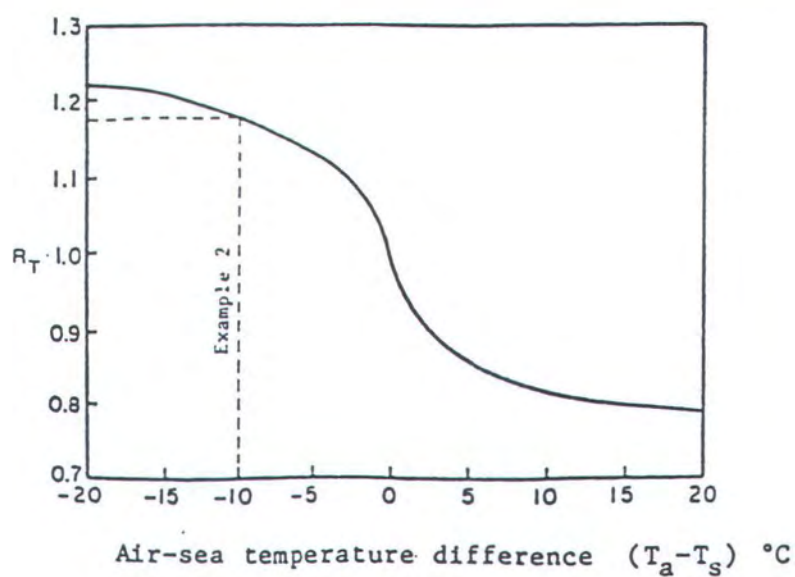
Gambar 3.5.1. Penarikan garis-garis fetch

Tabel 3.5.1. Perhitungan Fetch Efektif
Lokasi Perairan Sangsit

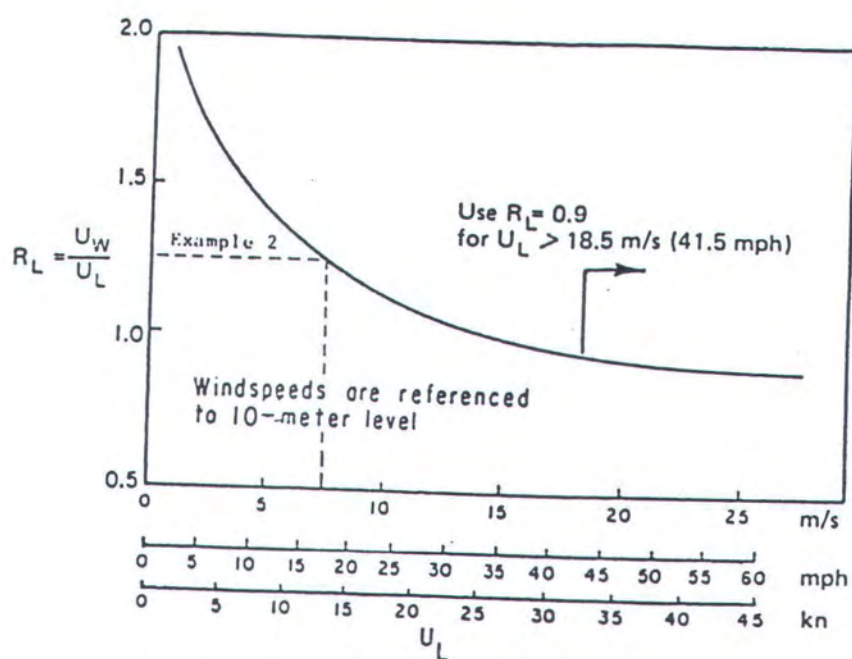
Arah Utama	Indeks (i)	Simpangan Terhadap Arah Utama (derajat)	Panjang Garis Fetch F (km)	Fetch Efektif F (km)	Kedalaman Perairan Rata-Rata d (m)
1	2	3	4	5	6
Utara	1	20	103.366	146.364	383
	2	15	193.185		
	3	10	196.962		
	4	5	110.578		
	5	0	200.000		
	6	5	123.030		
	7	10	121.624		
	8	15	119.292		
	9	20	116.052		
Timur Laut	1	20	116.052	166.047	945
	2	15	122.190		
	3	10	118.177		
	4	5	123.030		
	5	0	200.000		
	6	5	199.239		
	7	10	196.962		
	8	15	193.185		
	9	20	187.939		
Timur	1	20	187.939	89.142	1052
	2	15	193.185		
	3	10	196.962		
	4	5	199.239		
	5	0	2.500		
	6	5	2.241		
	7	10			
	8	15			
	9	20			

Tabel 3.5.1 (lanjutan). Perhitungan Fetch Efektif
Lokasi Perairan Sangsit

Arah Utama	Indeks (i)	Simpangan Terhadap Arah Utama (derajat)	Panjang Garis Fetch F (km)	Fetch Efektif F (km)	Kedalaman Perairan Rata-Rata d (m)
1	2	3	4	5	6
Barat Daya	1	20		11.985	225
	2	15			
	3	10			
	4	5			
	5	0	5.000		
	6	5	19.924		
	7	10	23.597		
	8	15	25.597		
	9	20	31.480		
Barat	1	20	35.238	65.030	330
	2	15	41.535		
	3	10	50.718		
	4	5	67.243		
	5	0	76.500		
	6	5	76.707		
	7	10	76.815		
	8	15	73.410		
	9	20	72.356		
Barat Laut	1	20	72.826	151.755	280
	2	15	193.185		
	3	10	196.962		
	4	5	199.239		
	5	0	200.000		
	6	5	127.513		
	7	10	121.131		
	8	15	110.116		
	9	20	110.414		



Gambar 3.5.2. Koefisien koreksi kecepatan angin terhadap perbedaan temperatur

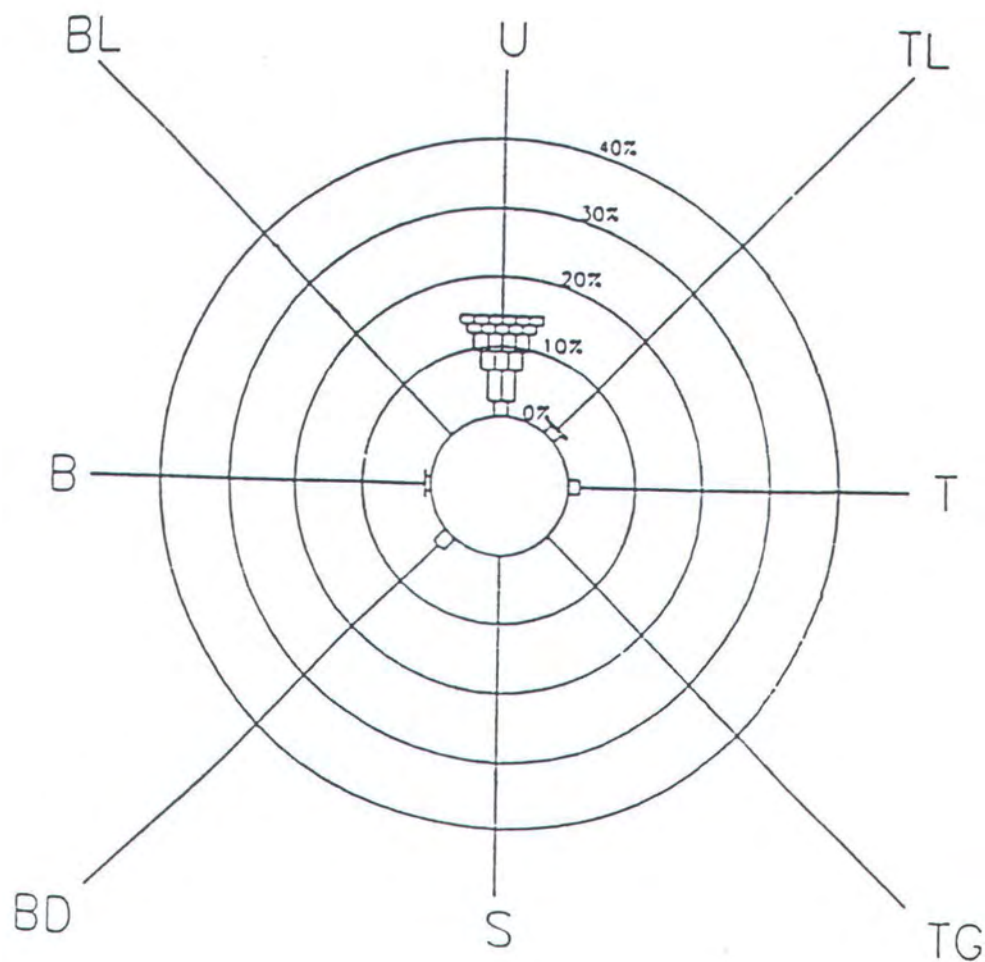


Gambar 3.5.3. Koefisien koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat

Tabel 3.5.2. Prosentase kejadian gelombang keseluruhan Tahun 1986 - 1994, Lokasi perairan Sangsit

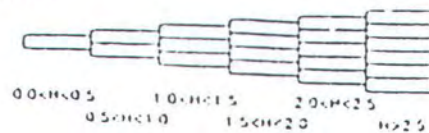
Arah	Tinggi Gelombang H (m)						Jumlah
	$0.0 < H \leq 0.5$	$0.5 < H \leq 1.0$	$1.0 < H \leq 1.5$	$1.5 < H \leq 2.0$	$2.0 < H \leq 2.5$	$H > 2.5$	
Utara	2.1	4.5	2.7	2.5	1.3	1.3	14.4
Timur Laut	1.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	2.0
Timur	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
Barat Daya	2.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
Barat	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Barat Laut	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Jumlah						=	21.6
Prosentase kejadian ada gelombang akibat angin						=	21.6
Prosentase kejadian tidak ada gelombang akibat angin						=	66.2
Prosentase kejadian tidak tercatat (data hilang)						=	12.2
Prosentase kejadian total						=	100.0

DISTRIBUSI ARAH DAN TINGGI GELOMBANG JAM-AN
TAHUN 1986 - 1994
LOKASI PERAIRAN SANGSIT



Prosentase kejadian tidak ada gelombang akibat angin = 66.17
Prosentase kejadian tidak tercatat (data hilang) = 12.20

Tinggi gelombang H dalam meter ditunjukkan dengan simbol sebagai berikut:



Gambar 3.5.4. Waverose untuk tahun 1986 - 1994

Tabel 3.5.3. Arah, tinggi, dan perioda gelombang tahunan maksimum
Lokasi perairan Sangsit Stasiun pengamatan Banyuwangi

Arah	Tinggi dan perioda gelombang per tahun (perioda ditulis dalam kurung)						
	1986	1987	1988	1990	1992	1993	1994
Utara	3.694 (8.752)	3.620 (8.693)	3.857 (8.879)	3.620 (8.693)	4.022 (9.02)	4.522 (9.362)	2.362 (7.270)
Timur Laut	1.028 (4.432)	1.502 (5.157)	1.216 (4.955)	2.036 (6.316)	1.520 (5.419)	2.526 (7.293)	0.730 (3.648)
Timur	0.690 (3.777)	0.690 (3.777)	0.668 (3.521)	0.671 (3.253)	2.036 (6.316)	2.329 (6.909)	0.668 (3.521)
Barat Daya	0.896 (3.597)	0.493 (2.875)	0.631 (3.200)	0.896 (3.597)	0.611 (3.134)	0.896 (3.597)	0.458 (2.876)
Barat	0.815 (4.223)	0.327 (2.439)	0.410 (2.671)	0.556 (3.271)	1.469 (5.622)	1.989 (6.220)	0.981 (4.350)
Barat Laut	0.531 (2.578)	0.169 (1.633)	0.556 (3.271)	0.000 (0.000)	0.829 (3.838)	1.049 (4.997)	0.364 (2.216)

III. 6. Analisa Refraksi dan Pendangkalan

Dalam perjalanannya menuju tepian pantai, gelombang mengalami beberapa proses perubahan tinggi gelombang seperti proses pendangkalan (wave shoaling), proses refraksi (refraction), proses difraksi (diffraction), atau proses pantulan (reflection) sebelum gelombang tersebut pecah. (wave breaking).

Proses pendangkalan gelombang (shoaling) adalah proses berkurangnya tinggi gelombang akibat perubahan kedalaman. Kecepatan gerak gelombang juga berkurang seiring dengan pengurangan dasar laut, sehingga menyebabkan puncak gelombang yang ada di air dangkal bergerak lebih lambat dibandingkan puncak gelombang yang berada di perairan yang lebih dalam. Terjadilah pembelokkan arah gerak puncak gelombang mengikuti bentuk kontur kedalaman laut dimana terjadi juga perubahan tinggi gelombang. Proses perubahan arah ini disebut refraksi. Shoaling dan refraksi disebabkan oleh proses pendangkalan kedalaman. Namun pada shoaling lebih ditekankan pada perubahan langsung tinggi gelombang akibat pendangkalan, sementara refraksi ditekankan pada perubahan tinggi gelombang karena pembelokkan arah gerak puncak gelombang.

Difraksi gelombang adalah proses pemindahan energi gelombang ke arah daerah yang terlindungi oleh pulau, bukit batu/karang yang menjorok ke laut, atau bangunan pantai. Perpindahan energi ini akan menyebabkan timbulnya gelombang di daerah yang terlindungi tersebut.

Untuk lebih jelasnya mengenai refraksi, difraksi dan shoaling akan dibahas pada subbab-subbab dibawah ini.

III. 6. 1. Pendangkalan gelombang (wave shoaling)

Jika suatu gelombang menuju perairan dangkal, maka terjadi perubahan karakteristik gelombang yang meliputi perubahan tinggi, panjang, dan kecepatan gelombang. Dengan menganggap bahwa kemiringan perairan dapat diabaikan, maka panjang gelombang dan kecepatan gelombang dapat dituliskan sebagai berikut :

(Horikawa,1978)

$$\begin{aligned} L &= \frac{g T^2}{2 \pi} \tanh \frac{2 \pi d}{L} & L_0 &= \frac{g T^2}{2 \pi} \\ C &= \frac{g T}{2 \pi} \tanh \frac{2 \pi d}{L} & C_0 &= \frac{g T}{2 \pi} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(3.6.1)$$

dari persamaan 3.6.1 diatas, dapat ditulis bentuk persamaan di bawah ini

$$\begin{aligned} \frac{L}{L_0} &= \frac{C}{C_0} = \tanh \frac{2 \pi d}{L} \\ \text{atau} \\ \frac{d}{L_0} &= \frac{d}{L} \tanh \frac{2 \pi d}{L} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(3.6.2)$$

Perubahan panjang dan tinggi gelombang akibat pendangkalan dapat dianalisa dengan menganggap energi di laut dalam (W_0) dan di laut dangkal (W) adalah konstan.

Dimana $W_0 = 0,5 E_0 C_0$

$$W = E C g = n E C$$

atau

$$0,5 E_0 C_0 = n E C$$

dan

$$E_0 = \rho g H_0^2 / 8$$

$$E = \rho g H^2 / 8$$

maka

$$0,5 (C_0 \rho g H_0^2 / 8) = n C \rho g H^2 / 8$$

$$(H / H_0)^2 = 0,5 (1 / n) (C_0 / C)$$

Sehingga

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{C_0}{2 n C}} = K_{sh} \quad \dots\dots\dots(3.6.3)$$

dan

$$n = 0,5 \left[\frac{\frac{4 \pi d}{L}}{\sinh \left(\frac{4 \pi d}{L} \right)} \right]$$

$$\frac{C}{C_0} = \tanh \left(\frac{2 \pi d}{L} \right)$$

maka

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{\tanh (2 \pi d / L) \left(1 + \frac{4 \pi d / L}{\sinh (4 \pi d / L)} \right)}} \quad \dots\dots\dots(3.6.4)$$

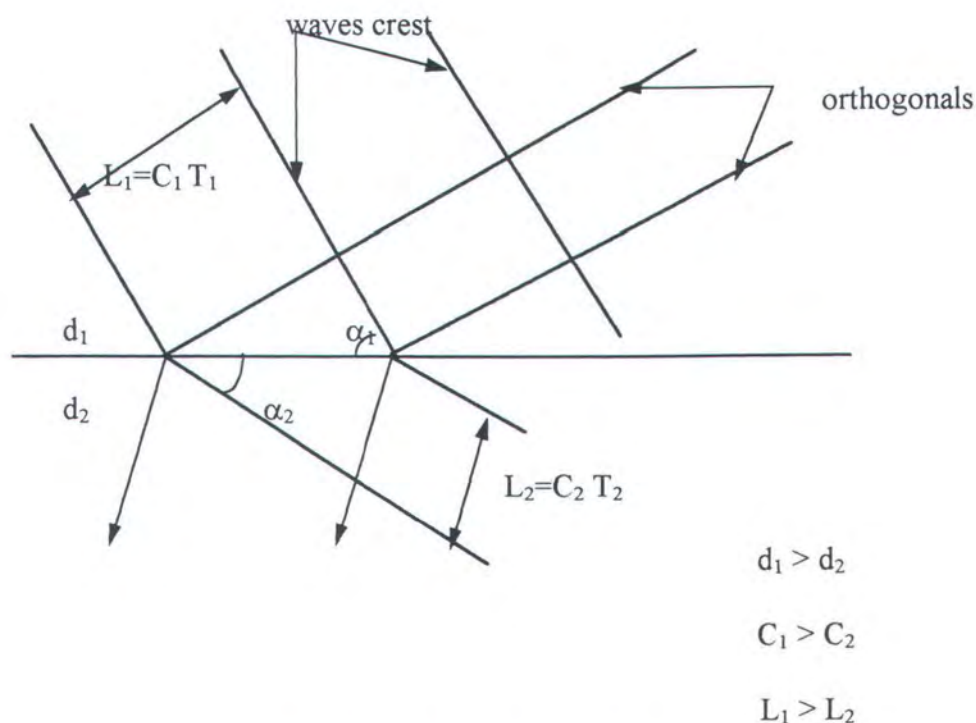
Keterangan

- d = kedalaman air
- L = panjang gelombang
- H = tinggi gelombang pada titik yang ditinjau
- H₀ = tinggi gelombang di laut dalam
- K_{sh} = koefisien shoaling
- C = cepat rambat gelombang pada titik yang ditinjau
- C₀ = cepat rambat gelombang di laut dalam

III. 6. 2. Refraksi gelombang

Gelombang di tempat yang dalam bergerak lebih cepat daripada di tempat yang dangkal. Karena sebanding, panjang gelombang (L) akan berkurang jika kecepatan gelombang (C) berkurang karena pengaruh kedalaman. Puncak gelombang bergerak menuju daerah yang dangkal, akan terjadi penikungan wave rays atau orthogonal, yaitu garis tegak lurus puncak gelombang. Proses perubahan arah gerak puncak gelombang ini disebut refraksi.

Perhitungan refraksi dapat dilakukan dengan menggunakan hukum Snellius yang diperkenalkan oleh Arthur tahun 1952. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.6.1. (Sorensen, 1978)



Gambar 3.6.1 Sketsa hukum Snellius

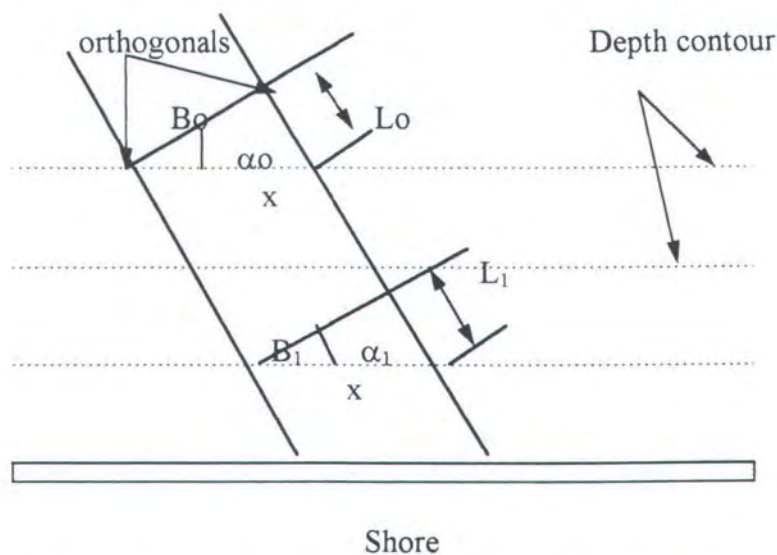
$$\frac{\sin \alpha 1}{\sin \alpha 2} = \frac{C1}{C2} = \frac{L1}{L2} \quad \dots\dots\dots(3.6.5)$$

Dimana	$\alpha 1$	=	sudut datang gelombang di laut dalam
	$\alpha 2$	=	sudut datang gelombang di pantai
	C1	=	cepat rambat gelombang di laut dalam
	C2	=	cepat rambat gelombang di pantai
	L1	=	panjang gelombang di laut dalam
	L2	=	panjang gelombang di pantai

Berdasarkan persamaan 3.6.5, untuk koefisien refraksi (Kr) dapat dihitung dengan anggapan bahwa kontur dasar laut adalah sejajar. Maka Kr dirumuskan sebagai berikut :

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha 1}{\cos \alpha 2}} \quad \dots\dots\dots(3.6.6)$$

Untuk lebih jelasnya proses refraksi untuk kontur paralel dapat dilihat pada gambar 3.6.2.



Gambar 3.6.2. refraksi gelombang pada kontur dasar laut lurus dan sejajar

III. 6. 3. Difraksi gelombang (wave defraction)

Difraksi terjadi ketika terdapat perbedaan energi gelombang yang tajam di sepanjang puncak gelombang. Pada awalnya kondisi di daerah yang terlindung penghalang cukup tenang (tidak terdapat gelombang), saat gelombang melintasi penghalang. Perairan yang jauh dari penghalang akan memiliki energi lebih banyak (energi gelombang awal) dibandingkan perairan di belakang penghalang yang semula tenang (tidak ada energi karena tidak ada gelombang), terjadilah proses pemindahan energi di sepanjang puncak gelombang tersebut ke arah daerah yang terlindung penghalang.

Apabila kedalaman air ini bervariasi, pola puncak dan tinggi gelombang akan dipengaruhi oleh proses refraksi gelombang. Namun pada umumnya di daerah yang terlindungi oleh penghalang, tinggi gelombang berkurang. Jika penghalang tersebut

memantulkan energi gelombang, puncak gelombang pantulan juga akan terdifraksi, dan membentuk pola puncak gelombang yang melingkari ujung penghalang.

Daerah yang terlindungi oleh penghalang dimana difraksi terjadi disebut daerah difraksi, sedangkan perbandingan antara tinggi gelombang di daerah difraksi (H_A) dengan tinggi gelombang datang (H_i) disebut koefisien difraksi, dimana :

$$H_A = K_D \times H_i \quad \dots\dots\dots(3.6.7)$$

Dengan $K_D = f(\theta, \beta, r/L)$, sedangkan L adalah panjang gelombang. Koefisien difraksi (K_D) dapat dihitung dari tabel yang diberikan oleh Wiegel (Sorensen, 1978).

III. 6. 4. Gelombang pecah

Panjang gelombang akan berangsur-angsur berkurang, sementara tinggi gelombang akan bertambah tinggi pada saat gelombang menuju perairan dangkal, kemiringan gelombang akan bertambah besar karenanya, dan pada akhirnya gelombang akan pecah pada kedalaman tertentu.

Gelombang pecah diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu spiling, plunging dan surging, sebagaimana terlihat dalam gambar 3.6.3.

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan menggunakan rumus hasil percobaan Munk (SPM, 1984) berikut ini :

$$\frac{H_b}{H_o'} = \frac{1}{3,3 \left(\frac{H_o'}{L_o} \right)^{1/3}} \quad \dots\dots\dots(3.6.8)$$

Sedangkan untuk kedalaman air di mana gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$db = \frac{H_b}{b - (a H_b / g T^2)} \quad \dots\dots\dots (3.6.9)$$

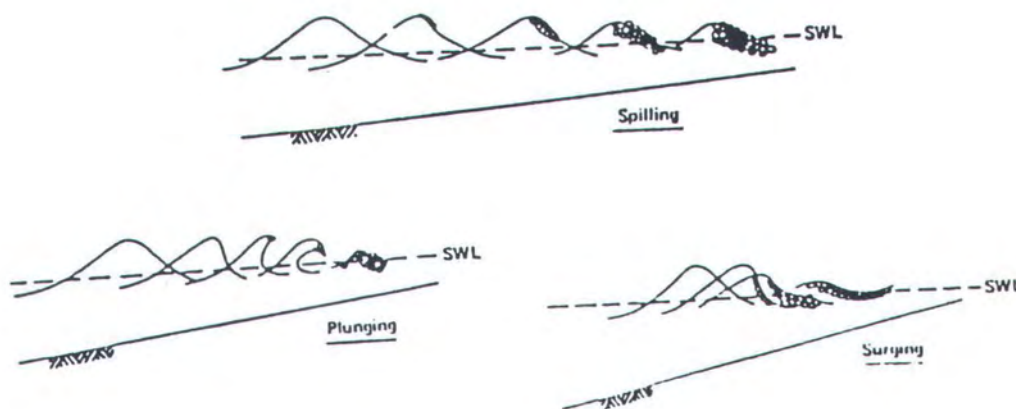
dimana

$$a = 43.75 (1 - e^{-19m})$$

$$b = \frac{1.56}{(1 + e^{-19.5m})}$$

keterangan

- H_b = tinggi gelombang pecah
 H_o' = tinggi gelombang di laut dalam bila tidak terjadi refraksi
 db = kedalaman air dimana gelombang pecah
 m = kemiringan dasar laut
 g = percepatan gravitasi
 T = periode gelombang



Gambar 3.6.3. Klasifikasi dari bentuk gelombang pecah

Untuk analisa refraksi, shoaling dan gelombang pecah dilakukan melalui program perhitungan dengan mempergunakan rumusan yang telah dijelaskan diatas (SPM, 1984). Program ini menggunakan fortran (watfor77), dimana asumsi-asumsinya adalah sebagai berikut :

1. Data gelombang yang dipergunakan adalah data gelombang signifikan tahunan tertinggi seperti terlihat pada tabel 3.5.3.
2. Kemiringan pantai (m) diambil harga rata-rata yakni 0.05.
3. Data gelombang yang diperhitungkan adalah dari arah utara, timur laut, timur, barat daya, barat dan barat laut.
4. Kontur laut dianggap lurus paralel dan membentuk sudut 40° dari arah utara searah dengan jarum jam.
5. Sudut datangnya gelombang adalah :
Dari arah utara ($\theta = 50^\circ$), timur laut ($\theta = 85^\circ$), timur ($\theta = 40^\circ$), barat daya ($\theta = 85^\circ$), barat ($\theta = 40^\circ$), barat laut ($\theta = 5^\circ$).
6. Proses refraksi dan shoaling dihitung pada kedalaman 2.06 m dari MSL.

Untuk lebih jelasnya mengenai program perhitungan ini dapat dilihat pada lampiran A.

BAB IV

Mekanisme Erosi Pantai

IV.1. Umum

Untuk menanggulangi erosi yang terjadi pada suatu pantai, maka perlu diketahui terlebih dahulu bagaimana mekanisme terjadinya erosi di pantai tersebut. Proses erosi ini terjadi karena adanya interaksi dari angin, gelombang, arus, pasang surut, sedimen dan faktor-faktor lain di daerah pantai. Sedimen pantai selalu dipengaruhi oleh kerja gelombang, arus yang disebabkan oleh gelombang, angin dan arus pasang surut. Dari beberapa faktor tersebut, gelombang merupakan faktor terpenting yang mempengaruhi garis pantai (Triatmadja, 1988). Stabilitas garis pantai yang ditinjau tergantung pada keseimbangan antara volume sedimen yang tersedia di tempat tersebut dan transport sedimen tegak lurus (onshore-offshore transport) dan sepanjang pantai (longshore transport) yang dapat ditimbulkan oleh gelombang. Oleh karena itu garis pantai bisa mengalami erosi, sedimentasi atau dalam keseimbangan. Garis pantai dapat dipandang stabil apabila dalam suatu periode yang panjang (bulan atau tahun) posisi garis pantai rata-rata adalah tetap. Dalam kondisi ini laju sedimen yang hilang dan yang datang dalam satu periode di suatu tempat yang ditinjau adalah sama. Karena karakteristik gelombang dan faktor-faktor lainnya selalu berubah, maka apabila ditinjau dalam suatu periode yang pendek (dalam beberapa hari atau minggu)

garis pantai tidak pernah stabil (Triatmadja, 1988). Karakteristik gelombang dalam periode pendek tersebut dapat menyebabkan erosi atau sedimentasi.

Campur tangan manusia di daerah pantai, seperti pembuatan bangunan-bangunan pantai, pengerukan dan sebagainya akan mengakibatkan terganggunya kestabilan pantai. Perubahan garis pantai akan terjadi sampai akhirnya dicapai keseimbangan baru, yang kadang-kadang merugikan kepentingan manusia.

Secara umum (SPM, 1984), penyebab erosi pantai dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni karena pengaruh alam dan karena pengaruh aktifitas manusia.

Pengaruh alam

1. Adanya gelombang pecah

Pada saat gelombang mendekati pantai, gelombang mulai bergesekan dengan dasar laut, dan menyebabkan pecahnya gelombang di tepi pantai. Hal ini menyebabkan terjadinya turbulensi yang kemudian membawa material dari dasar pantai atau menyebabkan terkikisnya bukit-bukit pasir (dunes) di pantai. Gelombang yang memecah di pantai merupakan penyebab utama proses erosi dan akresi (pengendapan) garis pantai. Karakteristik gelombang ini tergantung pada kecepatan angin, durasi dan jarak seret gelombang (fetch). Pada saat gelombang memecah bibir pantai, terjadi runup, kemudian surut kembali ke laut, dan membawa sedimen/material di sekitar pantai. Sedimen ini disebut litoral drift.

2. Naiknya muka air laut

Naiknya muka air laut dalam jangka panjang terjadi di banyak tempat di dunia. Kenaikan muka air relatif terhadap daratan terjadi karena turunnya muka tanah (Land Subsidence) atau karena muka air yang naik secara absolut. Akibat naiknya muka air laut tersebut, maka garis pantai akan mundur ke arah darat.

3. Perubahan supply sedimen

Supply sedimen ke daerah pantai dapat berasal dari darat atau dari laut. Berubahnya supply sedimen ke pantai dapat terjadi karena proses alami pelapukan batuan di darat atau debit sungai yang mengangkut sedimen berkurang. Berkurangnya supply sedimen dari laut dapat terjadi karena daerah karang yang rusak atau pertumbuhan karang yang terhambat.

4. Adanya pasang surut

Pasang surut akan menimbulkan arus, dimana bila arah arus pasang surut yang terjadi adalah sejajar dengan garis pantai, maka erosi yang terjadi akan semakin besar.

5. Gelombang badai

Gelombang badai dapat menyebabkan erosi pantai. Pada saat badai terjadi, arus tegak lurus pantai yang cukup besar dan mengangkut material ke arah tegak lurus pantai. Umumnya proses erosi yang terjadi akibat gelombang badai ini berlangsung dalam waktu singkat tetapi temporer, karena material yang tererosi akan tinggal di surf zone dan akan kembali ke pantai ketika

gelombang tenang. Namun apabila dilepas pantai batimetrinya sangat terjal, atau terdapat palung-palung pantai, maka sedimen yang terbawa ke laut akan mengisi daerah yang dalam tersebut dan tidak sampai ke pantai.

6. Overwash

Overwash terjadi pada saat pasang tinggi yang kadang-kadang disertai gelombang yang cukup tinggi membentur pantai dan melimpas diatas dune. Akibat limpasan (Overwash) tersebut dune akan tererosi dan biasanya diendapkan sebagai endapan kipas di sisi dalam dune.

7. Kemiringan dasar pantai

Pantai dengan kemiringan relatif datar, memiliki sistem perlindungan alami terhadap erosi. Sebaliknya, semakin besar kemiringan pantai maka erosi yang terjadi juga semakin besar.

8. Angkutan oleh angin

Angkutan sedimen oleh angin ke arah darat dapat mengakibatkan erosi pantai. Selain itu angin berperan mendistribusikan pasir pantai ke arah sejajar pantai, apabila supply pasir di suatu tempat lebih kecil dari kapasitas angkutan angin, maka akan terjadi erosi pada pantai tersebut.

9. Gradasi sedimen pantai

Gradasi dari sedimen pantai sangat berpengaruh terhadap erosi yang terjadi, dimana semakin kecil dan ringan sedimen tersebut maka erosi yang terjadi semakin besar.

Pengaruh aktifitas manusia**1. Penurunan tanah**

Penurunan tanah dapat terjadi akibat perbuatan manusia, misalnya karena pengambilan air tanah secara tak terkendali atau penambangan minyak dan bahan mineral lainnya.

2. Penggalian pasir

Salah satu sebab erosi pantai yang banyak terjadi adalah penggalian pasir dan mineral lainnya dari daerah pesisir. Penggalian pasir di daerah dune akan mengurangi cadangan pasir di daerah tersebut, akibatnya garis pantai akan tererosi.

3. Pengurangan supply sedimen ke pantai

supply sedimen ke hilir dari sungai dapat berkurang karena aktifitas manusia, seperti pembuatan bendungan, pengaturan aliran sungai dan sebagainya. Karena supply sedimen berkurang, sedangkan kapasitas angkutan sedimen tetap, maka akan terjadi pengangkutan material pantai.

4. Perusakan pelindung alam

Pada umumnya pantai menyediakan pelindung alami, baik berupa tumbuhan bakau maupun cadangan pasir dalam bentuk dune. Perusakan tanaman bakau dan penggalian dune mengakibatkan daerah pantai akan terbuka terhadap gelombang, sehingga daerah yang tak terlindung tersebut tak tahan terhadap gempuran gelombang.

Selain itu, perubahan material pantai di daerah pantai sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor-faktor yang menambah material pantai (source), maupun faktor-faktor yang mengurangi material pantai (sink). Faktor-faktor utama penyebab perubahan material pantai ini (Komar, 1976) adalah sebagai berikut :

Faktor-faktor yang menambah material pantai (source)

1. Aliran sungai

Aliran sungai yang bermuara di pantai akan memindahkan sejumlah material yang terangkut di sepanjang sungai, dimana laju angkutan material tergantung pada luas daerah aliran sungai (DAS), kemiringan dasar sungai, beda elevasi dengan permukaan laut, serta debit aliran air sungai rata-rata.

2. Erosi karang

Besarnya erosi pada karang biasanya tidak lebih dari 5 hingga 10 % dari jumlah material pengisi pantai. Besarnya erosi karang ini tergantung pada gelombang yang terjadi di pantai tersebut.

3. Onshore transport

Pada saat gelombang datang menuju pantai, gelombang ini membawa material yang berasal dari dasar laut, terutama pada pantai yang memiliki gugusan karang di dasar laut sekitar daerah gelombang pecah, dimana pada saat gelombang menghantam gugusan karang tersebut, maka material karang akan tererosi dan ikut terangkut menuju pantai.

4. Pengisian material pantai (beach nourishment)

Pengisian material pantai sering dilakukan untuk menjaga keseimbangan pantai serta untuk melindungi pantai dari erosi, dimana dengan pengisian material diharapkan dapat menggantikan material pantai yang terbawa akibat arus laut.

Faktor-faktor yang mengurangi material pantai (sink)

1. Offshore transport

Adanya arus menuju laut pada saat gelombang meninggalkan pantai, dimana arus ini tentunya membawa sejumlah material pantai menuju kelaut lepas.

2. Palung laut

Dengan adanya palung laut, maka material yang terbawa oleh offshore transport tersebut akan mengisi palung-palung yang ada, sehingga material tersebut tidak dapat kembali lagi ke pantai.

3. Longshore transport

Adanya arus sejajar pantai yang terjadi, baik akibat gelombang maupun akibat pasang surut akan membawa material pantai bergerak searah dengan arus, sehingga arus ini akan memindahkan sejumlah material di sepanjang garis pantai.

4. Penambangan material pantai

Penambangan material pantai, baik yang berupa pasir atau karang, akan sangat buruk sekali bagi pantai, karena dapat merusak ekosistem dari pantai tersebut.



IV. 2. Penyebab Erosi Pantai Sangsit

Erosi disepanjang pantai Sangsit terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara sedimen yang hanyut dengan sedimen yang terendapkan. Banyak faktor yang menjadi penyebabnya, yang paling dominan diantaranya adalah :

1. Arus laut

Arus laut dapat mengikis dan membawa sedimen di sepanjang pantai, dimana arus laut ini dapat disebabkan oleh adanya gelombang pecah yang terjadi di perairan dangkal.

2. Penambangan pasir komersial

Penambangan material pasir yang dilakukan oleh penduduk setempat sangat mempengaruhi / mempercepat erosi yang terjadi.

IV. 3. Analisa Erosi Pantai Sangsit

Dari pengamatan mengenai perubahan garis pantai, volume erosi dan sedimen transport di sepanjang lokasi studi diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Kemunduran garis pantai rata-rata per tahun adalah 2,403 m.
2. Volume erosi rata-rata per tahun adalah 114000 m³.

Sedangkan untuk melakukan analisa erosi yang terjadi di pantai Sangsit perlu suatu pemodelan matematik untuk menghitung besarnya perubahan garis pantai. Salah satu metode yang dapat dipergunakan adalah metode Komar. Model perubahan garis pantai dilakukan untuk memprediksi daerah yang mengalami erosi dan sedimentasi karena adanya transport sedimen yang ditimbulkan oleh gelombang yang sampai di

pantai. Komar dan Inman (1970) memberikan rumusan empiris yang dipergunakan untuk menghitung besarnya transport sedimen (Q) sebagai berikut : (Keith R. Dyer, (1985), Komar, (1976))

$$Q = 6.85 \times 10^{-5} (ECn)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad \dots\dots\dots(4.3.1)$$

dimana : Q = besarnya transport sedimen yang terjadi sepanjang pantai ($m^3/hari$)

$$E = \rho g h^2/8$$

C = celerity gelombang (m/dt^2)

$$n = 0.5 \left[1 + \frac{\frac{4 \pi d}{L}}{\text{Sinh} \left(\frac{4 \pi d}{L} \right)} \right]$$

α_b = sudut datang gelombang pecah

Model perubahan garis pantai dilakukan dengan membagi pantai menjadi pias-pias (sel). Gambar 4.3.1 menunjukkan transport sedimen yang mengalir dari sel i ke $i+1$, dimana setiap sel mempunyai lebar ΔX yang seragam dan masing-masing memiliki panjang Y_{i-1} , Y_i , Y_{i+1} ,....., Y_n terhadap suatu garis patokan tertentu.

Dasar dari model pergeseran garis pantai adalah perhitungan kuantitas sedimen yang masuk dan keluar pada setiap sel, kemudian besarnya perubahan posisi garis pantai untuk terciptanya keseimbangan antara input dan output tersebut. Angkutan sedimen sejajar pantai merupakan masukan utama dari sel ke sel dalam model ini. Seandainya Q_i adalah laju angkutan sedimen dari sel i ke dalam sel $i+1$ dan Q_{i-1} adalah angkutan ke dalam sel i dari sel $i-1$ (gambar 4.3.1), sedangkan Q_r adalah kontribusi

sedimen dari selain angkutan sedimen sejajar pantai, maka volume bersih bahan sedimen (ΔV_i) yang menambah atau mengurangi sel i adalah :

$$\Delta V_i = (Q_{i-1} - Q_i \pm Q_r) \Delta t \quad \dots\dots\dots(4.3.2)$$

dimana Δt adalah waktu yang ditetapkan untuk berlangsungnya sistem model.

Pengurangan atau penambahan volume harus diwujudkan sebagai perubahan posisi garis pantai, yakni perubahan panjang sel. Jika ΔY_i adalah perubahan panjang sel i selama waktu Δt , maka : (lihat gambar 3.4.2)

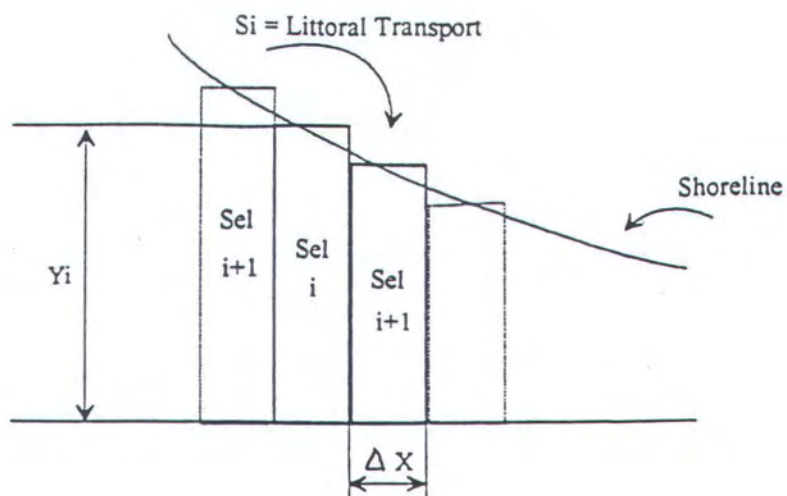
$$\Delta V_i = d. \Delta Y_i. \Delta X \quad \dots\dots\dots(4.3.3)$$

Parameter d tergantung pada tampang pantai dan harus dipilih sedemikian rupa sehingga mampu menciptakan hubungan yang benar antara ΔV_i dan ΔY_i . Dari gambar 4.3.2 terlihat bahwa $d. \Delta Y$ sebanding luas potongan melintang dari erosi atau deposisi bahan sedimen, kemudian jika dikalikan dengan ΔX , menghasilkan volume. Hal ini membawa pada kecenderungan untuk memilih d sebanding dengan kedalaman air pada lokasi gelombang pecah (Triatmadja, 1988).

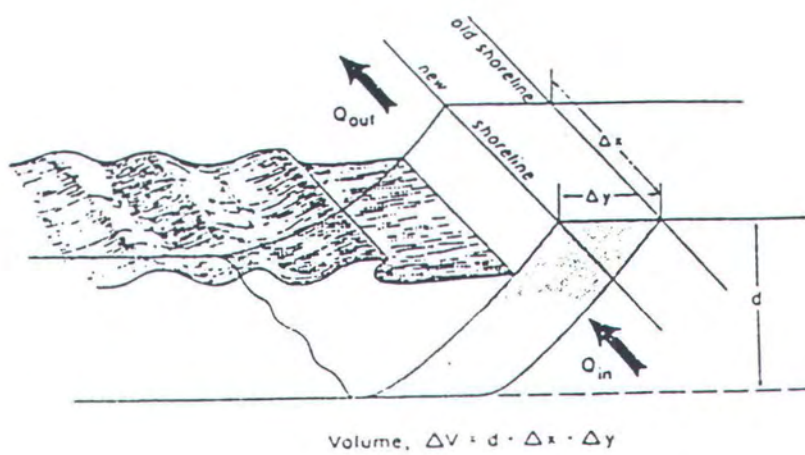
Kombinasi persamaan (4.3.2) dan (4.3.3) menghasilkan :

$$\Delta Y_i = (Q_{i-1} - Q_i \pm Q_r) \frac{\Delta t}{d. \Delta X} \quad \dots\dots\dots(4.3.4)$$

yang menunjukkan pergeseran garis pantai sebagai fungsi angkutan sedimen, dimana $\Delta Y_i = \text{negatif}$, menandakan terjadinya erosi, sedangkan $\Delta Y_i = \text{positif}$, berarti terjadi deposisi.



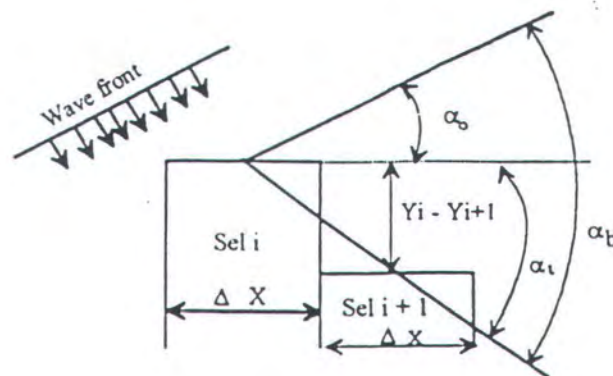
Gambar 4.3.1. Pembagian sel garis pantai



Gambar 4.3.2. Volume sel akibat perubahan garis pantai

Transport sedimen sejajar pantai tergantung pada sudut datang gelombang pecah (α_b). Sudut gelombang pecah akan berubah dari sel satu ke sel yang lain karena adanya perubahan garis pantai. Seperti pada gambar 4.3.3, sudut α_i adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan sumbu x. Apabila gelombang datang membentuk sudut α_o dengan arah sumbu x, maka sudut datang gelombang pecah terhadap garis pantai adalah $\alpha_b = \alpha_i \pm \alpha_o$. Sudut gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus ukur sudut pada persamaan 4.3.5 berikut :

$$\tan \alpha_b = \tan (\alpha_i \pm \alpha_o) = \frac{\tan \alpha_i \pm \tan \alpha_o}{1 \pm \tan \alpha_i \tan \alpha_o} \quad \dots\dots\dots(4.3.5)$$



Gambar 4.3.3. Hubungan antara α_o , α_i , dan α_b

Untuk perhitungan perubahan garis pantai, dilakukan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Data gelombang yang diperhitungkan adalah dari arah utara, timur laut, timur, barat daya, barat dan barat laut dengan kontur kedalaman paralel membentuk sudut 40° terhadap arah utara searah jarum jam.

2. Garis pantai Sangsit dibagi menjadi 90 pias dengan masing-masing pias berjarak 30 m.
3. Kemiringan pantai (m) diambil harga rata-rata yakni 0.05.
4. Data gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah diperoleh dari hasil analisa refraksi dan difraksi pada bab III (lampiran A : 11).

IV. 4. Analisa perhitungan perubahan garis pantai

Untuk melakukan analisa perhitungan perubahan garis pantai dengan menggunakan rumusan yang telah diberikan Komar dan Inman (1970), seperti dijelaskan sebelumnya. Pembagian garis pantai menjadi pias-pias dimaksudkan agar diperoleh perhitungan yang lebih akurat, dimana jarak antar pias adalah 30 m sehingga pantai dibagi menjadi 90 pias. Kemudian untuk nilai Y awal diperoleh dari pengukuran peta lokasi studi untuk skala 1: 20.000 (gambar 4.4.1) dimana titik acuan $Y=0$ pada pias pertama untuk selanjutnya ditarik garis horisontal dari pias 1 sampai pias 90 dan diukur jarak dari garis horisontal sampai garis pantai untuk masing-masing pias. Sedangkan nilai Y akhir diperoleh dari penjumlahan antara Y awal dan delta Y. Untuk nilai $\tan \theta$ adalah sudut yang dibentuk oleh gelombang datang dengan garis horisontal, $\tan i$ adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis horisontal, dan $\tan b$ adalah sudut gelombang pecah. Sedangkan Q adalah banyaknya sedimen transport yang diperoleh dari rumusan komar dan Inman (1970).

Perubahan garis pantai yang terbesar terjadi sebagai akibat gelombang datang dari arah utara hal ini disebabkan karena gelombang yang terjadi dominan dari arah

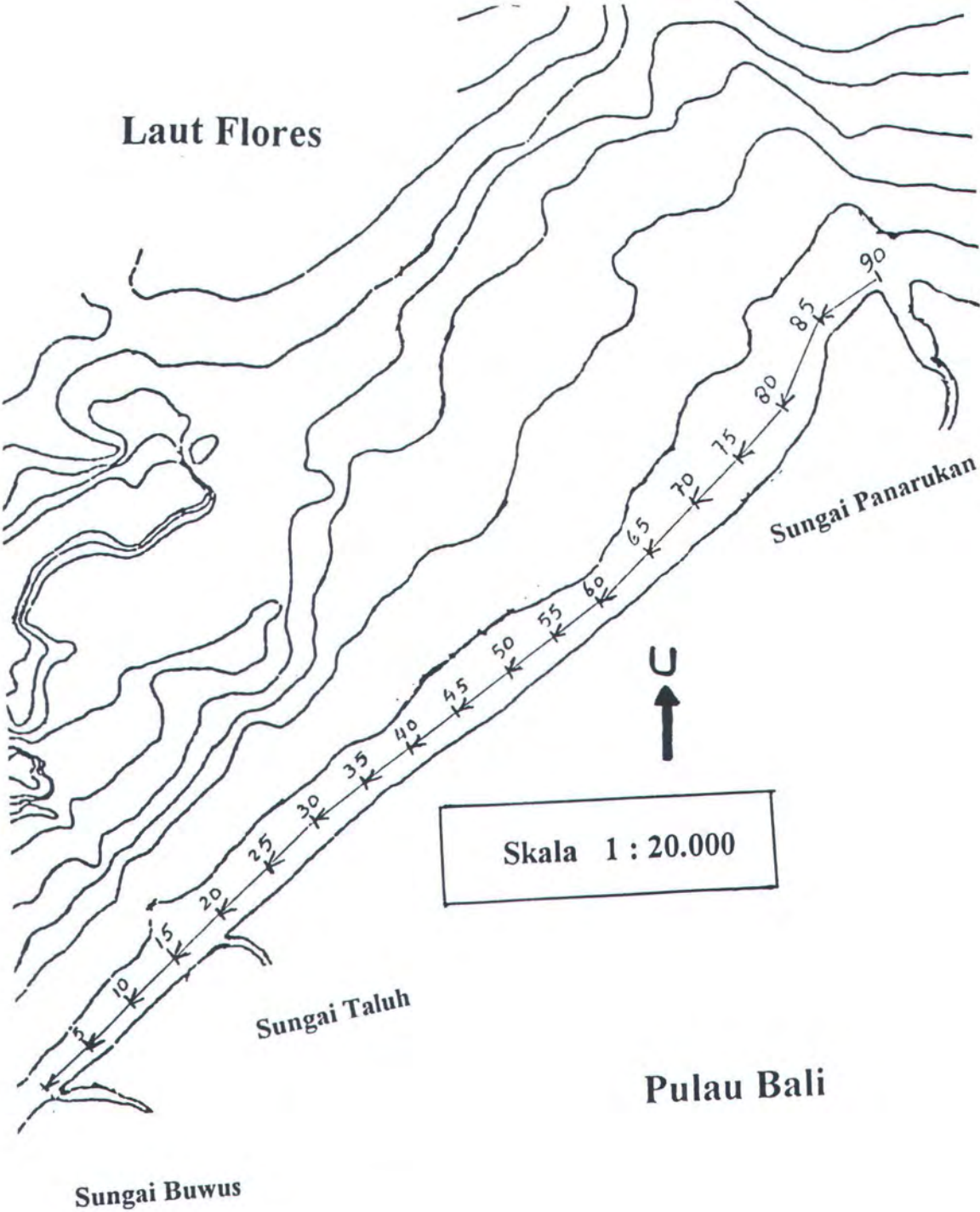
utara seperti ditunjukkan pada tabel 4.4.1 dan gambar 4.4.2. Sedangkan untuk lebih lengkapnya perhitungan perubahan garis pantai ini dapat dilihat pada lampiran B. Dari tabel 4.4.1. dan gambar 4.4.2. terlihat bahwa daerah yang mengalami erosi paling besar terjadi pada pias ke 81, pias ini terdapat disebelah barat dari Tanjung Panarukan. Hal ini terjadi karena pias ke 81 hanya sedikit memperoleh sedimen transport dari pias sebelah timurnya, dimana pias tersebut bersebelahan dengan pias-pias yang mengalami akresi (pias 85 dan 83). Pada pias 85 dan 83 terjadi akresi yang paling besar, disebabkan karena posisi garis pantai pada pias tersebut menjorok ke darat, sehingga memudahkan untuk menangkap sedimen transport. Sedangkan pada pias ke 1, 21 dan 90 erosi yang terjadi menjadi lebih kecil dari kondisi yang sesungguhnya (akibat gelombang pecah), hal ini disebabkan pada ketiga pias tersebut memperoleh endapan material yang berasal dari sungai Buwus, sungai Taluh dan sungai Panarukan. Dan dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Kemunduran garis pantai rata-rata per tahun adalah 1,780 m.
2. Volume erosi rata-rata per tahun adalah 85375 m³.

Dengan membandingkan hasil perhitungan volume erosi dan kemunduran garis pantai dengan data yang diperoleh dari hasil pengamatan, terdapat perbedaan cukup besar, yakni :

- Untuk volume erosi dari perhitungan, hasilnya lebih kecil 28625 m³ dari data lapangan.
- Untuk kemunduran garis pantai dari hasil perhitungan, hasilnya lebih kecil 0.623 m dari data lapangan yang diperoleh.

Hal diatas terjadi karena dalam perhitungan volume erosi dan kemunduran garis pantai, faktor yang diperhitungkan hanya dari erosi yang terjadi sebagai akibat dari gelombang yang terjadi dan tidak memperhitungkan faktor-faktor lain, seperti erosi yang disebabkan arus pasang surut, dimana arus pada saat surut bergerak ke arah barat daya sehingga akan banyak material/pasir yang terangkut ke arah barat daya dan hal ini tentunya akan memperbesar erosi yang terjadi. Selain itu akibat kegiatan masyarakat setempat yang mengambil material pasir disekitar pantai akan memperbesar erosi yang terjadi.



Gambar 4.4.1. Peta Lokasi Studi

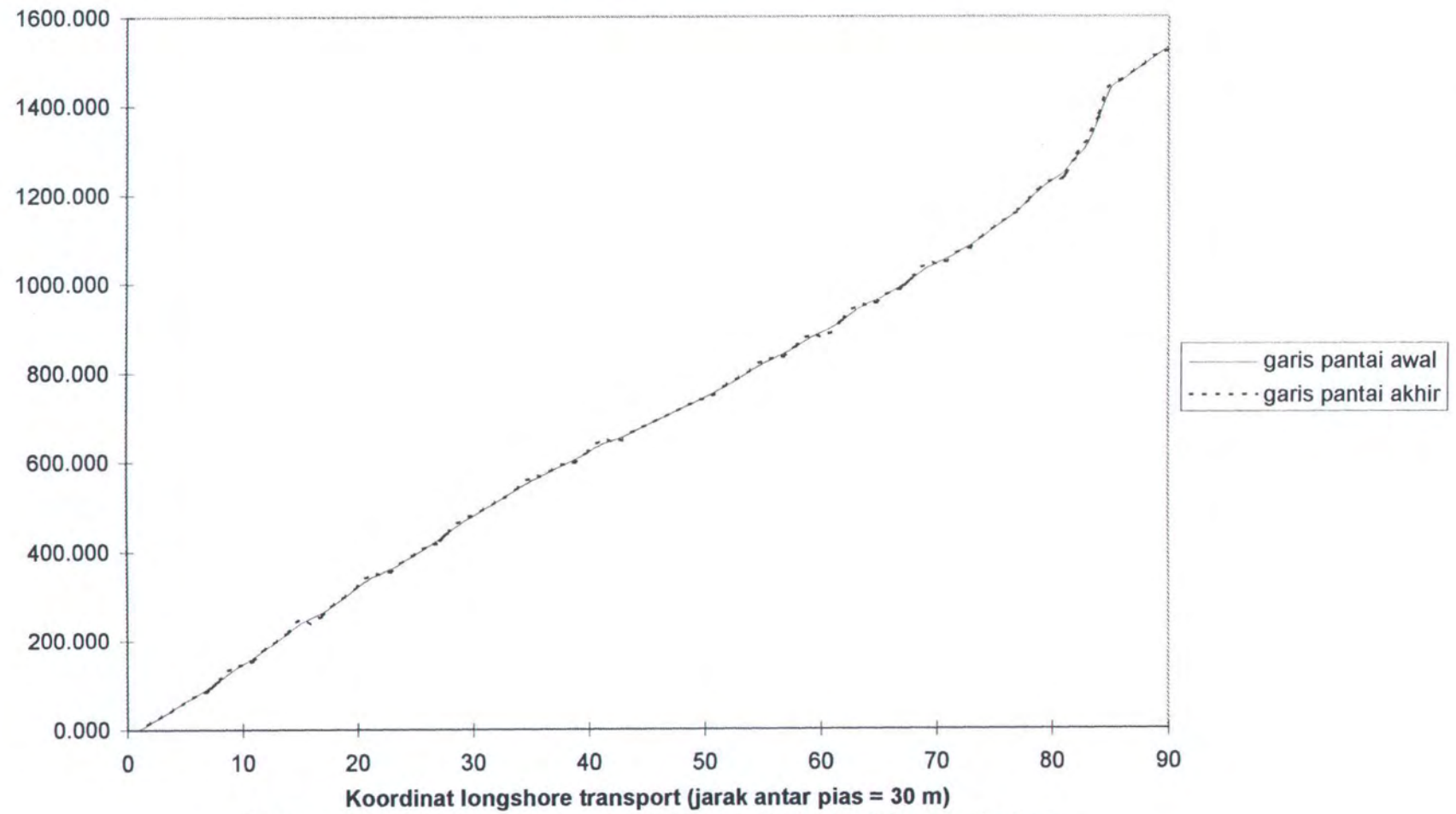
Tabel 4.4.1. Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah utara dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1475.000
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1456.250
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-706.942	7.713	1445.213
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-706.942	0.000	1375.000
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	9.168	1321.668
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	0.000	1281.250
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-15.474	1234.526
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1231.250
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	2.159	1214.659
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	0.000	1187.500
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-2.159	1160.341
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1143.750
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1125.000
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1106.250
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-8.837	1078.663
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	1071.909
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.905	1047.345
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	1043.750
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	7.281	1038.531
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1012.500
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	984.941
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	978.091
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	953.623
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	950.000
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	7.281	944.781

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	918.750
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	5253.839	-10.862	889.138
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-6.852	880.648
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	5.254	880.254
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	859.341
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	834.873
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	831.250
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	5.254	824.004
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	803.091
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	787.529
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	771.841
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	5910.569	-5.451	750.799
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-3.426	740.324
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	731.250
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	718.750
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	706.250
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	693.750
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	681.250
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	668.750
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	8184.613	-8.437	647.813
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	8189.537	-0.026	646.844
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	6.935	644.435
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	621.841
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	597.373
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	593.750
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	581.250
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	568.750
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	5.254	561.504
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	540.591
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	525.029
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	509.341
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	493.779
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	478.091

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	5.186	467.686
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	443.750
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	416.191
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	409.341
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	393.779
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	378.091
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	353.623
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	350.000
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	6.985	344.485
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	318.750
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	300.000
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	281.250
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	-7.436	255.064
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-10.277	239.723
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	7.281	244.781
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	218.750
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	200.000
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	181.250
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	153.691
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	146.841
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	5.186	136.436
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	112.500
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	84.941
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	78.091
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	62.529
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	46.841
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	31.279
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	15.591
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	6017.133	2.678	2.678

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
akibat gelombang datang arah utara



Gambar 4.4.2. Perubahan garis pantai akibat gelombang datang arah utara

Keterangan tabel perhitungan perubahan garis pantai

- Pias ke
menunjukkan posisi pias yang diperhitungkan, dimana sepanjang pantai dibagi menjadi 90 pias.
- Delta X
adalah jarak antar pias (30 m).
- Y awal
adalah koordinat dari pengukuran peta lokasi studi dengan skala 1 : 20.000 (gambar 4.4.1), dimana titik acuan $Y = 0$ berada pada pias pertama, untuk selanjutnya ditarik garis horisontal dari pias 1 sampai 90 dan diukur jarak antara garis horisontal dengan garis pantai untuk masing-masing pias.
- Tan o
adalah sudut yang dibentuk oleh gelombang datang dengan garis horisontal.
- Tan i
adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis horisontal.
- Tan b
adalah sudut gelombang pecah yang dihitung sesuai pers 4.3.5.
- b
adalah nilai dari tan b.
- Q
adalah banyaknya sedimen transport dalam satuan $m^3/tahun$ yang diperoleh dari pers 4.3.1.

- Delta Y

adalah besarnya perubahan garis pantai setelah mengalami longshore transport.

- Y akhir

adalah garis pantai setelah mengalami longshore transport yang diperoleh dari penjumlahan antara Y awal dengan delta Y.

BAB V

Perencanaan Perlindungan Pantai

Yang Sesuai Untuk Pantai Sangsit

V.1. Umum

Surf Zone merupakan lokasi terjadinya aktivitas angkutan sedimen di daerah pantai. Maju mundurnya garis pantai tergantung pada laju dan arah angkutan sedimen di surf zone. Besar dan arah angkutan sedimen tergantung pada laju dan arah arus di surf zone. Arus di surf zone umumnya terjadi akibat induksi gelombang.

Untuk mengurangi energi gelombang dan intensitas arus sejajar pantai akibat induksi gelombang, perlu suatu bangunan pelindung pantai. Dengan adanya bangunan pelindung pantai ini diharapkan perilaku arus sejajar pantai akibat induksi gelombang dapat dikendalikan, sehingga laju angkutan sedimen di surf zone dapat berkurang. Berkurangnya laju angkutan sedimen di surf zone mengakibatkan garis pantai menjadi relatif stabil.

V.2. Alternatif Pelindung Pantai

Beberapa metoda perlindungan pantai yang dapat digunakan untuk mengendalikan garis pantai, antara lain :

1. Menggunakan pemecah gelombang terpisah (detached breakwater = DB)

Detached breakwater adalah jenis pemecah gelombang yang ditempatkan secara terpisah-pisah pada jarak tertentu dari pantai dengan posisi sejajar pantai. Pemecah gelombang ini dimaksudkan untuk melindungi pantai dari hantaman gelombang yang datang dari lepas pantai. Dengan dibangunnya pemecah gelombang ini, karakteristik gelombang datang akan terganggu struktur tersebut. Sebagian gelombang akan dipantulkan dan dipecahkan, sebagian lagi akan diteruskan melalui struktur dan celah antar pemecah gelombang. Adanya rintangan ini, mengakibatkan pembelokan arah dan perubahan karakteristik gelombang, yaitu tinggi, panjang dan arahnya. Gejala ini disebut difraksi gelombang. Gelombang melalui celah pemecah gelombang akan mengalami pembelokan menuju daratan. Pembelokan ini mengakibatkan angkutan sedimen pada bagian belakang pemecah gelombang. Lama kelamaan sedimen yang tertahan di belakang pemecah gelombang akan membentuk tombolo. Pembentukan tombolo memerlukan waktu cukup lama. Selain itu pemecah gelombang bermanfaat menahan angkutan sedimen akibat pasang surut.

Keuntungan penggunaan detached breakwater, antara lain :

- a Cukup efektif menahan angkutan sedimen ke lepas pantai (on-offshore transport).
- b Kemampuan dalam menstabilkan pantai telah terbukti baik.

- c Dapat dirancang untuk mempertahankan estetika pantai karena konstruksinya dapat dirancang dengan ambang tenggelam (submerged breakwater).
- d Pembangunannya dapat dirancang tidak sulit dengan memanfaatkan bahan setempat, misalnya konstruksi rubble-mound (tumpukan batu).
- e Dengan rancangan memperbolehkan overtopping, maka kualitas air di belakang DB dapat diperbaiki.
- f Penempatan DB di sekitar pantai dapat bekerja mereduksi tinggi gelombang di sepanjang pantai.

Sedangkan kelemahan penggunaan detached breakwater ini, antara lain :

- a DB agak sukar dibangun karena terpisah dari pantai dan memerlukan bangunan sementara atau bangunan terapung untuk menunjang alat-alat konstruksi yang diperlukan.
- b DB dapat merubah karakter surf zone dan dapat membatasi kegiatan-kegiatan khusus di pantai, misalnya selancar angin, pemandian di sekitar bangunan.
- c Berbahaya bagi perenang.
- d Perencanaan yang kurang baik akan menimbulkan permasalahan kualitas air karena buruknya sirkulasi air di belakangnya.

- e DB dapat membentuk tombolo. Ini menimbulkan masalah hambatan angkutan sejajar pantai yang cukup serius dan mengakibatkan masalah gerusan downdrift.
- f Pembentukan tombolo memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga selama tombolo belum terjadi perpindahan sedimen sejajar pantai tetap berlangsung.
- g Pembentukan tombolo yang sempurna masih diraguikan, karena masih dipengaruhi parameter lainnya, antara lain jarak antar DB (gap), panjang DB, dan jarak DB dari garis pantai.

2. Groyne

Groyne adalah bangunan pelindung pantai yang direncanakan untuk menahan atau menangkap angkutan pasir (longshore transport) atau untuk mengurangi angkutan pasir. Groyne ini biasanya dipasang secara tegak lurus garis pantai.

Keuntungan pemakaian groyne, antara lain :

- a Groyne efektif menahan angkutan sedimen sejajar pantai.
- b Data-data yang ada menunjukkan daya guna groyne di berbagai lingkungan fisik.
- c Groyne dapat dibangun dengan penempatan peralatan di darat.
- d Groyne tidak merubah karakter surf zone. Tinggi gelombang sepanjang pantai setelah pembangunan groyne tidak berubah, sehingga tidak mengganggu kegiatan selancar dan renang di sekitar pantai.

- e Groin dapat dirancang memakai berbagai bahan, misalnya rubble-mound, sheet pile baja, sheet pile beton dan sheet pile kayu.
- f Dengan mengatur dimensi dan permeabilitasnya, groin dapat dirancang menahan angkutan sejajar pantai atau memperkenankan pelepasan pasir ke laut (sand bypassing).

Sedangkan kerugian pemakaian groin, antara lain :

- a Tidak efektif mencegah angkutan sedimen ke laut lepas (offshore transport).
- b Groin dapat menimbulkan gerusan pantai di hilirnya (down drift).
- c Kurang efektif dipakai pada pantai berlumpur.

3. Sand Nourishment

Sand nourishment adalah pengisian pasir untuk menggantikan sedimen yang terbawa arus laut. Biasanya pengisian dilakukan setiap tahun, sehingga upaya ini kurang efisien. Bahan pengisi dapat diambil dari pasir laut maupun pasir darat, tergantung ketersediaan bahan di lapangan dan kemudahan pengangkutannya ke lokasi pengisian.

4. Seawall / Revetment

Seawall / revetment adalah bangunan pelindung pantai yang ditempatkan di sepanjang pantai yang akan dilindungi. Pemakaian konstruksi ini lebih ditujukan

untuk mempertahankan posisi garis pantai yang ada. Konstruksinya harus dirancang cukup baik dalam menghancurkan energi dan menahan gempuran gelombang. Bila konstruksi penahan tidak direncanakan dengan baik akan mengakibatkan kerusakan relatif cepat. Karenanya perancangan struktur harus cukup baik. Keuntungan pemakaian pelindung ini adalah lokasi bangunan yang berada di pantai mengakibatkan pelaksanaannya menjadi relatif mudah.

5. Penanaman tumbuhan pelindung pantai (reboisasi)

Tindakan ini dilakukan dengan menanam kawasan pantai dengan tumbuhan pelindung pantai seperti pohon api-api, bakau atau tumbuhan mangrove yang sangat cocok untuk kawasan pantai berlumpur atau lempung.

Manfaat yang diperoleh dengan upaya reboisasi di kawasan pantai adalah :

- a Pohon bakau dapat menghancurkan energi gelombang, sehingga dapat melindungi pantai dari bahaya gerusan akibat gempuran gelombang.
- b Bermanfaat untuk pelestarian flora dan fauna di kawasan pantai seperti ikan, burung, hewan lainnya serta tumbuh-tumbuhan pantai.
- c Membantu mempercepat pertumbuhan pantai, lumpur yang terbawa air dapat diendapkan di sela-sela akar tumbuhan.
- d Menjadikan pantai sebagai kawasan yang memproduksi oksigen.

V.3. Kajian Terhadap Alternatif Pelindung Pantai

Pada bagian sebelumnya telah diuraikan beberapa alternatif pelindung pantai yang dapat dipakai di kawasan kajian pantai Sangsit-Bali, antara lain dengan pemakaian detached breakwater, groin, sand nourishment, seawall / revetment, dan reboisasi. Berikut ini dilakukan kajian terhadap kemungkinan penggunaan setiap alternatif di atas :

1. Detached breakwater

Bangunan pelindung ini cukup efektif untuk gelombang datang tegak lurus terhadap arah memanjang konstruksi dan kurang efektif untuk gelombang yang berubah-ubah arah dan untuk menahan angkutan lonshore transport. Sedangkan erosi yang terjadi di pantai Sangsit adalah terutama disebabkan oleh longshore transport, sehingga detached breakwater kurang sesuai untuk pantai Sangsit ini.

2. Groin

Bangunan pelindung ini sangat efektif dalam menahan erosi yang disebabkan oleh longshore transport dan dari data-data yang ada menunjukkan dayaguna groin di berbagai lingkungan fisik. Selain itu karena akibat dari pembuatan groin ini tidak merubah karakter surf zone, sehingga tinggi gelombang sepanjang pantai tidak berubah dan tidak mengganggu kegiatan selancar dan renang di sekitar pantai. Oleh karena itu, groin dapat digunakan sebagai bangunan pelindung yang sesuai untuk kondisi pantai Sangsit.

3. Sand nourishment

Alternatif ini terlihat kurang efisien, karena perlu pengisian pasir setiap jangka waktu tertentu. Kondisi pantai terbuka dan bergelombang besar mengakibatkan frekwensi pengisian menjadi sering dan perlu volume pasir cukup besar, serta sarana angkutan dari lokasi pengambilan ke lokasi penimbunan yang menyebabkan biaya menjadi sangat mahal. Sesuai kondisi yang ada, maka penggunaan sand nourishment di kawasan pantai Sangsit tidak dianjurkan.

4. Seawall / revetment

Bangunan pelindung ini diperlukan pada pantai tergerus dengan tuntutan konstruksinya harus kuat memikul gaya dinamis gelombang. Pondasinya perlu dirancang kuat menahan gerusan. Konstruksi ini kurang sesuai untuk pantai landai karena mengurangi keindahan pantai. Selain itu konstruksi ini hanya mempertahankan posisi garis pantai yang ada dan tidak dapat memperbaiki posisi garis pantai. Oleh karena itu konstruksi ini kurang tepat untuk dilakukan.

5. Reboisasi

Reboisasi pantai umumnya sesuai untuk pantai yang tidak berpenghuni seperti daerah rawa, tambak dan pertanian. Pantai Sangsit merupakan kawasan pemukiman. Panorama pantai yang indah membuat kawasan ini cukup berpotensi dikembangkan sebagai kawasan wisata. Reboisasi pantai dengan menggunakan tumbuhan mangrove akan mengakibatkan

terganggunya estetika pantai yang ada. Di beberapa tempat pantai dimanfaatkan untuk tempat berlabuhnya perahu nelayan setempat. Selain itu karakteristik tanah pantai Sangsit sendiri kurang sesuai untuk reboisasi dengan tanaman mangrove atau bakau. Keadaan ini mengakibatkan upaya reboisasi kawasan pantai Sangsit kurang sesuai dan tidak dianjurkan.

V.4. Alternatif Tata Letak Bangunan Pelindung Pantai

Untuk menentukan tata letak bangunan pelindung pantai perlu dilakukan penilaian atas beberapa alternatif agar bangunan pelindung tersebut dapat bekerja secara optimal. Dalam menentukan alternatif yang dipilih, perlu dipertimbangkan hal-hal berikut :

- Kelestarian lingkungan
- Aktivitas masyarakat di sekitar kawasan studi
- Estetika pantai
- Karakter gelombang (tinggi, perioda, dan arah datangnya)
- Tujuan yang ingin dicapai
- Bahan-bahan bangunan yang tersedia di sekitar lokasi studi
- Efektivitas bangunan

Ada 5 alternatif yang dapat dipilih untuk perlindungan pantai Sangsit, yaitu :

1. Menggunakan groin dengan panjang 35 meter dan jarak antar groin 90 meter. Posisi groin secara tegak lurus dengan garis pantai dan berada pada kedalaman 1 meter dari dasar pantai.

2. Menggunakan groin dengan panjang 50 meter dan jarak antar groin 120 meter. Posisi groin secara tegak lurus dengan garis pantai dan berada pada kedalaman 1 meter dari dasar pantai.
3. Menggunakan groin dengan panjang 50 meter dan jarak antar groin 150 meter. Posisi groin secara tegak lurus dengan garis pantai dan berada pada kedalaman 1 meter dari dasar pantai.
4. Menggunakan groin dengan panjang 55 meter dan jarak antar groin 180 meter. Posisi groin secara tegak lurus dengan garis pantai dan berada pada kedalaman 1 meter dari dasar pantai.
5. Menggunakan groin dengan panjang 65 meter dan jarak antar groin 210 meter. Posisi groin secara tegak lurus dengan garis pantai dan berada pada kedalaman 1 meter dari dasar pantai.

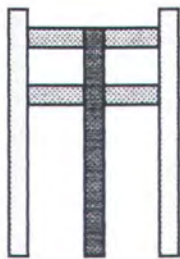
Dari 5 alternatif diatas, maka dilakukan perhitungan untuk masing-masing alternatif, dimana untuk perhitungan ini mempergunakan rumus-rumus yang diberikan oleh Komar dan Inman (1970), seperti telah dijelaskan pada bab 4 untuk perhitungan longshore transport. Lebih jelasnya mengenai perhitungan masing-masing alternatif diatas, dapat dilihat pada lampiran C.

V.5. Macam-Macam Groin

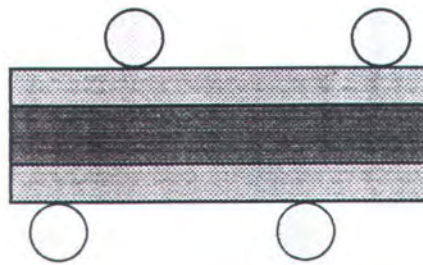
Sebelum membahas tentang groin lebih lanjut, perlu kiranya mengetahui macam-macam tipe groin yang akan dijelaskan dibawah ini : (Ehrlich & Kulhawy,(1982), SPM, (1984))

1. Groin Kayu (timber groin)

Kebanyakan dari groin kayu ini adalah struktur impermiable (tidak dapat ditembus oleh air) yang terbuat dari kayu papan dan diperkuat oleh kayu gelondong (sebagai tiang pancang) dan kayu balok. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.5.1. Semua kayu yang akan dipergunakan untuk pembuatan groin seharusnya dilakukan treatment terlebih dahulu dengan tir kayu.



Penampang melintang groin
dari depan



Penampang memanjang groin
dari atas

Gambar 5.5.1. Penampang groin kayu dari depan dan atas

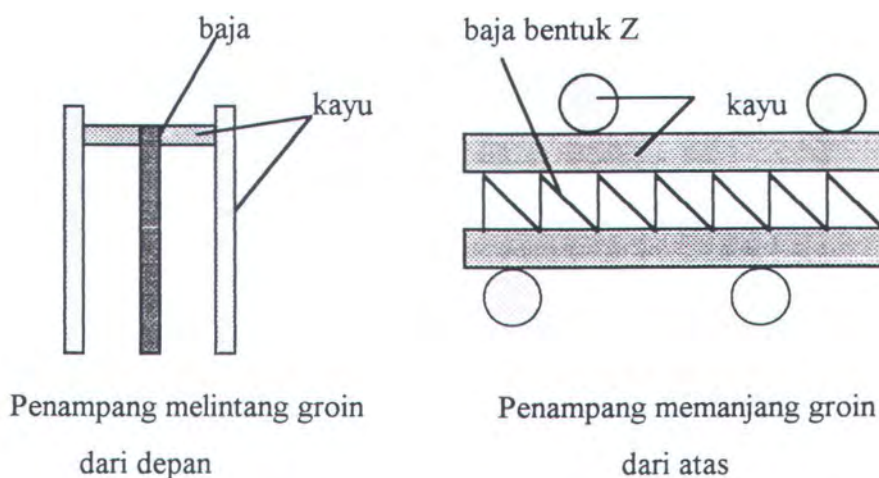
2. Groin baja (steel groin)

Untuk jenis groin baja yang dikombinasikan dengan kayu dapat dilihat pada gambar 5.5.2a. Baja sebagai tiang groin dapat berbentuk lurus (straight web), melengkung (arch web), ataupun berbentuk Z. Pemilihan bentuk tiang ini tergantung pada besarnya pembebanan yang terjadi. Dimana bila pembebanannya kecil, maka dapat dipilih tiang yang berbentuk lurus,

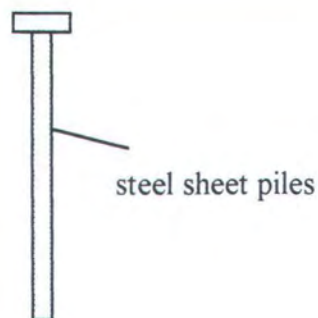
sedangkan bila pembebanan besar maka seharusnya menggunakan tiang yang berbentuk Z. Dan kayu yang dipergunakan sebagai penguat pada groin ini seharusnya ditreatment terlebih dahulu dengan tir kayu.

Sedangkan bila serangan gelombang dan beban akibat gaya-gaya alam relatif sedang, maka dapat dipergunakan groin baja cantilever, seperti terlihat pada gambar 5.5.2b. Pada struktur ini tiang baja adalah satu-satunya sebagai penahan beban yang terjadi, sehingga perbedaan beban yang terjadi antara satu sisi dengan sisi lainnya merupakan hal yang sangat penting untuk diperhitungkan.

Selain itu ada juga groin baja yang dikombinasikan dengan beton, aspal atau batu. Dimana dalam hal ini baja berperan sebagai lapisan pelindung dari beton, aspal atau batu tersebut.



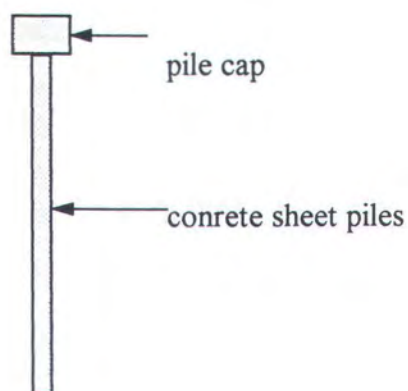
Gambar 5.5.2a. Penampang groin baja kombinasi dengan kayu



Gambar 5.5.2b. Penampang groin baja dari depan

3. Groin beton (concrete groin)

Penggunaan beton untuk groin ini biasanya terbatas pada struktur yang permiable (dapat ditembus air). Sedangkan pada perkembangan selanjutnya mempergunakan struktur yang impermeable, seperti diperlihatkan pada gambar 5.5.3.



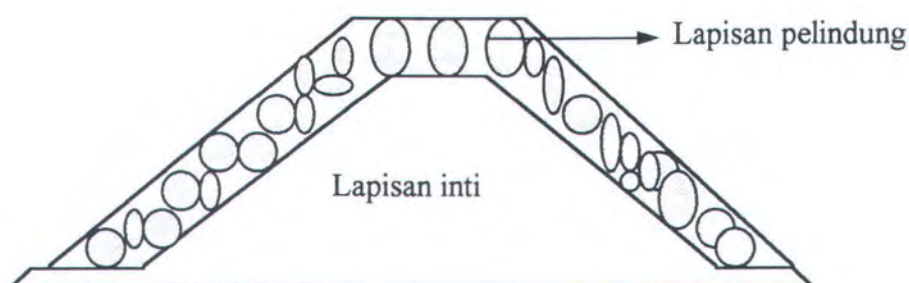
Gambar 5.5.3. Penampang groin beton dari depan

4. Groin tumpukan batu (rubble-mound groin)

Konstruksi ini pada prinsipnya adalah merupakan timbunan dari batu alam ataupun material buatan. Penimbunan material penyusunnya dilakukan perlapisan, yakni lapisan inti (core) dan lapisan pelindung (armor layer), seperti ditunjukkan pada gambar 5.5.4. Lapisan inti ini berfungsi untuk mendukung penempatan unit-unit armor agar terletak pada posisi yang sebenarnya, sehingga akan menambah stabilitas dan memberi bentuk pada struktur. Pemilihan dari material inti yang akan digunakan harus mempertimbangkan aspek pembangunan dan aspek ekonomisnya. Biasanya lebih banyak dipilih batu tambang sebagai material penyusunnya, karena batu tambang memiliki keuntungan yaitu memungkinkan membentuk lapisan inti yang agak kedap air, karena batu memiliki distribusi range ukuran butiran yang baik. Tetapi dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu maka tidak tertutup kemungkinan juga untuk mempergunakan material buatan. Misalnya pada daerah tersebut sulit untuk mendapatkan berat batu tambang yang sesuai dengan perhitungan, maka untuk menanggulangnya bisa dilakukan dengan mempergunakan material buatan.

Sedangkan lapisan pelindung ini berada pada bagian paling luar dari struktur. Agar diperoleh struktur yang stabil maka harus diusahakan untuk setiap armor unit yang dipasang satu sama lainnya harus cukup kuat untuk menerima pembebanan yang terjadi. Setiap armor unit yang dipasang satu dengan lainnya harus saling mengait (interlocking), sehingga struktur

tersebut terhindar dari kerusakan. Untuk itu juga harus diperhatikan berat masing-masing unit primary layer yang akan dipasang. Penentuan berat masing-masing unit ini dapat ditentukan dengan menggunakan formula Hudson. Material penyusun lapisan ini dapat menggunakan material alam maupun material buatan dari beton, seperti tribar, quadripod, tetrapod kubus, dan lain-lain.



Gambar 5.5.4. Penampang groin tumpukan batu dari depan

V. 6. Pemilihan Konstruksi

Dari macam-macam tipe groin yang ada dapat dilihat keuntungan dan kerugian dalam pemakaiannya, yaitu :

1. Groin kayu (timber groin)

keuntungan

- biaya pembuatan murah.
- pembangunannya cepat.

- dapat dibangun di darat dengan alat-alat ringan.

kerugian

- periode pengoperasian pendek (cepat rusak).
- tidak tahan gaya besar.

2. Groin baja (steel groin)

keuntungan

- biaya pembuatan relatif murah.
- pembangunannya agak cepat.
- perakitannya dapat dilakukan di darat.

kerugian

- terjadi korosi.
- biaya pemeliharaan cukup tinggi.

3. Groin beton (concrete groin)

keuntungan

- biaya pemeliharaan relatif rendah.

kerugian

- waktu pembuatan cukup lama.
- bila terjadi kerusakan sukar diperbaiki.
- proses pembuatan cukup sulit dan memerlukan peralatan berat.

4. Groin tumpukan batu (rubble mound groin)

keuntungan

- mampu menahan gaya yang cukup besar.

- bila terjadi penurunan konstruksi, perbaiki mudah dilakukan.
- masih dapat dibuat pada tanah dengan kondisi yang kurang baik.
- lebih efektif dalam meredam gelombang datang.
- mampu beroperasi dengan baik pada periode yang cukup lama.

kerugian

- membutuhkan waktu pembuatan yang lama.
- biaya pembuatan besar (mahal).
- membutuhkan jumlah material yang besar (banyak).

Selain faktor keuntungan dan kerugian dari masing-masing konstruksi diatas, hal lain yang sangat penting dengan kaitannya pemilihan tipe groin adalah kondisi lapangan yang ada. Dimana untuk alternatif pertama (groin kayu) dan kedua (groin baja), serta ketiga (groin beton) adalah tidak memungkinkan untuk dibangun, mengingat kondisi tanah pantai Sangsit yang berpasir, sehingga tiang pancang sebagai pendukung utama groin tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Dengan memperhatikan semua faktor-aktor diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa groin tumpukan batu adalah satu-satunya alternatif yang paling tepat untuk kondisi pantai Sangsit.

V. 7. Bahan-Bahan Penyusun Lapis Lindung

Sebagaimana dijelaskan pada groin tumpukan batu bahwa penimbunan material penyusunnya (batu) dilakukan perlapisan, yakni lapisan inti (core) dan lapisan

pelindung (armor layer). Untuk itu bahan lapisan pelindung yang dipergunakan harus memenuhi syarat-syarat berikut ini : (Yuwono,1992)

1. Bahan lapis lindung harus tahan terhadap keadaan lingkungan (tidak mudah lapuk, tidak rusak karena bahan kimia, tahan terhadap gaya dinamik yang berasal dari gelombang pecah, dan sebagainya).
2. Batu alam ataupun buatan harus mempunyai berat jenis yang cukup besar ($> 2,6$). Makin besar berat jenis bahan yang dipakai, makin kecil ukuran batu yang diperlukan, sehingga mempermudah pelaksanaan pekerjaan.
3. Bahan lapis lindung harus cukup kasar, sehingga mampu menahan gaya-gaya yang disebabkan oleh gelombang.
4. Bahan lapis lindung yang dipakai harus yang relatif murah. Perlu pemilihan jenis bahan yang ada di lokasi pekerjaan, sehingga didapatkan jenis konstruksi yang murah.

V. 7. 1. Sifat-Sifat Bahan Lapis Lindung.

Untuk keperluan penentuan ukuran lapis lindung, sifat-sifat bahan lapis lindung perlu dikuantifikasikan dalam suatu parameter. Ada empat sifat bahan lapis lindung yang penting dan dua diantaranya sangat penting untuk perhitungan stabilitas konstruksi (ρ_a dan K_D). Sedangkan kedua sifat yang lain sangat penting untuk penentuan dimensi groin. Keempat sifat tersebut adalah : (Yuwono,1992)

1. Rapat massa batuan, ρ_a (mass density)

$$\text{Rapat massa batu granit} = 2650 - 3000 \text{ kg/m}^3$$

Rapat massa batu basalt = 2700 kg/m³

Rapat massa batu limestone = 2300 - 2750 kg/m³

Rapat massa batu beton = 2300 - 3000 kg/m³

2. Koefisien batu lindung, K_D (damage coefficient)

Koefisien ini merupakan pencerminan dari berbagai sifat-sifat bahan (ρ , K_Δ , n). Sifat-sifat bahan yang diwakili oleh koefisien K_D antara lain : bentuk batu, kekasaran, tingkat "interlocking", dan sebagainya.

3. Koefisien lapisan, K_Δ (layer coefficient)

Koefisien ini menunjukkan tingkat bahan lapis lindung untuk bergabung bersama dalam suatu lapisan. Koefisien ini penting untuk menentukan ukuran ketebalan lapisan.

4. Koefisien porositas, n (porosity)

Koefisien ini menunjukkan rasio antara volume rongga (void volume) dengan total volume. Koefisien ini terutama untuk menentukan jumlah batu (armour unit) dalam suatu proyek.

V. 7. 2. Macam-Macam Bahan Lapis Lindung (Armour Unit)

Bermacam-macam armour unit yang dapat dipergunakan dalam penyusunan konstruksi groin, diantaranya adalah : (Yuwono, 1992)

a) Akmon

Akmon dikembangkan oleh Delft Hydraulics Laboratory pada tahun 1962.

Spesifikasi dari akmon adalah sebagai berikut :

1. Rapat massa sesuai dengan kualitas beton yang dipakai.
2. Koefisien lapisan, $K_{\Delta} = 1.00$
3. Porositas, $n = 55$ s/d 60%
4. Koefisien K_D (koefisien batu lindung)

Damage (%)	0	1	2	5
K_D	4.8	11.0	12.0	17.0

b) Kubus beton

Kubus beton sudah dipakai untuk bahan penyusun groin sejak puluhan tahun lalu, terutama apabila batu alam ukuran besar tidak terdapat di lokasi pekerjaan.

Spesifikasi dari kubus beton adalah sebagai berikut :

1. Rapat massa sesuai dengan kualitas beton yang dipakai.
2. Koefisien lapisan, $K_{\Delta} = 1.10$
3. Porositas, $n =$ kira-kira 47%
4. Koefisien K_D (koefisien batu lindung)

Damage (%)	0	1	2	5
K_D	3.5	7.0	8.0	14.0

Untuk mempertinggi koefisien K_D banyak peneliti telah melakukan modifikasi bentuk kubus sehingga lebih kasar dan dapat saling kait antara kubus tersebut.

3. Porositas, n = kira-kira 37 %
4. Koefisien K_D (koefisien batu lindung)

Damage (%)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
K_D	4.0	4.9	6.6	8.0	10.0

Apabila batu alam tersebut permukaannya halus dan bentuknya lebih teratur dan tidak bersudut-sudut, maka sifat-sifat stabilitasnya akan berkurang menjadi sebagai berikut :

1. Rapat massa 2400 s/d 3000 kg/m^3 .
2. Koefisien lapisan, $K_\Delta = 1.02$
3. Porositas, n = kira-kira 38 %

Koefisien K_D (koefisien batu lindung)

Damage (%)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
K_D	2.4	3.0	3.6	4.1	5.1

e) Tetrapod dan Quadripod

Tetrapod dan quadripod terbuat dari beton dan keduanya mempunyai lengan empat buah yang berpangkal pada satu pusat. Pada tetrapod sudut antara lengan adalah sama, sedangkan pada quadripod tiga lengan pada posisi horisontal. Tetrapod dikembangkan oleh Sogreah dari Perancis (1950), sedangkan quadripod

Tujuan utama modifikasi ini adalah untuk mendapatkan volume beton yang lebih hemat untuk suatu keperluan yang sama. Sebagai contoh modifikasi kubus ini antara lain : COB, Stolk block, BH 3 block, Special modified cube.

c) Dolos

Dolos adalah batu pelindung yang direncanakan khusus agar dapat terjadi saling ikat antar batu pelindung ("interlocking"). Batu lapis lindung ini dikembangkan di Afrika Selatan. Karena koefisien K_D cukup tinggi, maka konstruksi ini mempunyai kemungkinan rusak dengan tipe lain, misalnya : longsor ke bawah, patahnya/rusaknya konstruksi dolos tersebut.

Spesifikasi dari dolos adalah sebagai berikut :

1. Rapat massa sesuai dengan kualitas beton yang dipakai.
2. Koefisien lapisan, $K_{\Delta} = 1.00$
3. Porositas, $n = 63 \%$
4. Koefisien K_D (koefisien batu lindung) = 22 s/d 25

d) Batu alam ("quarry stone")

Batu alam ini didapatkan dari peledakan bukit batu di daerah quarry. Karakteristik dari batu ini adalah kasar, bersudut dan bentuknya tidak teratur. Spesifikasi dari batu ini adalah sebagai berikut :

1. Rapat massa 2400 s/d 3000 kg/m^3 .
2. Koefisien lapisan, $K_{\Delta} = 1.00 - 1.15$

dikembangkan oleh US Corp Of Engineers (1959). Spesifikasi dari tetrapod / quadripod adalah sebagai berikut :

1. Rapat massa sesuai dengan kualitas beton yang dipakai.
2. Koefisien lapisan, $K_{\Delta} = 1.04$
3. Porositas, $n =$ kira-kira 50 %
4. Koefisien K_D (koefisien batu lindung)

Damage (%)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
K_D	8.3	10.8	13.4	15.9	19.2

f) Tribar

Batu pelindung ini terdiri dari tiga silinder vertikal yang digabungkan menjadi satu dengan penghubung di tengahnya. Jenis batu pelindung ini dikembangkan di Amerika pada tahun 1958. Tidak seperti batu pelindung yang lain, kadang-kadang tipe ini disusun hanya satu lapis dengan arah silinder tegak lurus ke lereng bangunan. Spesifikasi dari tribar adalah sebagai berikut :

1. Rapat massa sesuai dengan kualitas beton yang dipakai.
2. Koefisien lapisan, $K_{\Delta} = 1.13$
3. Porositas, $n =$ kira-kira 47 %
4. Koefisien K_D (koefisien batu lindung)

Damage (%)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 30
K_D	10.4	14.2	19.4	26.2	35.2

Dari macam-macam armor unit yang dijabarkan diatas, maka dilakukan pemilihan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut ini :

1. Harga bahan-bahan yang diperlukan.
2. Ketersediaan bahan di kawasan proyek.
3. Kemudahan pelaksanaan di lapangan.
4. Alat-alat yang diperlukan untuk pelaksanaan konstruksi.
5. Lokasi/sarana yang diperlukan untuk penempatan alat-alat.
6. Keahlian dan kondisi tenaga kerja yang ada.

Untuk itu armor unit yang lebih disarankan adalah batu alam (quarry stone), namun jika batu alam ukuran besar sulit didapatkan di sekitar lokasi proyek, maka alternatif berikutnya adalah dengan menggunakan bahan pelapis dari batu buatan (diutamakan kubus beton dan tetrapod).

V. 8. Perhitungan dimensi groin

V. 8. 1. Berat satuan batuan pelapis

Berat batuan pelapis dari tumpukan batu alam maupun batu buatan dihitung dengan menggunakan pengembangan dari persamaan Hudson, (SPM,1984) diperoleh rumusan sebagai berikut :

$$W = \frac{W_r \cdot H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot(\alpha)} \dots\dots\dots(5.8.1)$$

Dimana: W = berat minimum batu pelindung

W_r = berat satuan armor (2,6 ton/m³)

W_w = berat satuan air laut (1,025 ton/m³)

H = tinggi gelombang rencana (4,83 m)

g = percepatan gravitasi bumi (9,81 m/dt²)

K_D = koefisien jenis batu lindung (4,0)

$S_r = W_r / W_w$

α = lereng bangunan (1:3)

Dengan memasukkan nilai-nilai diatas ke dalam persamaan (5.8.1), maka didapat berat satu unit armor $W = 6,74 \text{ ton} \approx 7 \text{ ton}$ per unit armor. Untuk berat satu unit batuan pelapis kedua (secondary cover layer) dan pelapis inti (core), dihitung menggunakan ketentuan pada figure 7-116, SPM Vol II, 1984 yaitu $W/10$ dan $W/200$. Jadi untuk pelapis kedua digunakan $W = 0,7 \text{ ton}$ per unit armor, sedang untuk pelapis inti digunakan $W = 35 \text{ kg}$ per unit armor.

V. 8. 2. Tebal lapisan pelindung

Tebal lapisan pelindung groin (r), dapat dihitung dengan persamaan :

(SPM, 1984)

$$r = n.K \Delta . \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (5.8.2)$$

dimana :

r = tebal lapisan pelindung (meter)

n = jumlah lapisan batuan

K_{Δ} = koefisien lapisan batuan menggunakan batu alam / quarry stone

Dengan memasukkan $n = 2$; $K_{\Delta} = 1,02$; $W = 7$ ton ke persamaan (5.8.2), diperoleh tebal lapisan pelindung utama, $r_1 = 2,84$ m. Tebal lapisan pelindung kedua $r_2 = 1,32$ m diperoleh dengan mengambil harga $W_2 = W / 10 = 0,7$ ton.

V. 8. 3. Panjang tumit pelindung (toe berm)

Panjang tumit pelindung (toe berm), dapat dihitung dengan persamaan :

(SPM, 1984)

$$B = n.K_{\Delta} . \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3} \dots\dots\dots(5.8.3)$$

Dengan memasukkan $n = 2$; $K_{\Delta} = 1,02$; $W = 7$ ton ke persamaan (5.8.3), diperoleh panjang tumit pelindung, $B = 2,84$ m.

V. 8. 4. Lebar mercu (crest width)

Lebar mercu (crest width), dapat dihitung dengan persamaan : (SPM, 1984)

$$B = n.K_{\Delta} . \left(\frac{W}{W_r} \right)^{1/3} \dots\dots\dots(5.8.4)$$

dimana : n = jumlah lapisan batuan pada mercu, diambil = 3

Dengan memasukkan $n = 3$; $K_{\Delta} = 1,02$; $W = 7$ ton ke persamaan (5.8.4), diperoleh lebar mercu, $B = 4,26$ m.

V. 9. Pemilihan alternatif

Dari kelima alternatif yang telah disebutkan diatas, maka dilakukan pemilihan atas masing-masing alternatif dimana penilaiannya didasarkan pada hal-hal berikut ini :

1. Panjang total groin dari masing-masing alternatif.
2. Besar perubahan garis pantai yang terjadi selama 1 tahun.
3. Perbedaan rata-rata antara daerah yang mengalami erosi dan daerah yang mengalami akresi akibat pemasangan groin.
4. Kedalaman rata-rata penempatan struktur groin.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan untuk masing-masing alternatif tersebut, seperti terlihat pada lampiran C, maka dilakukan penilaian pada tabel berikut ini (tabel 5.9.1).

Tabel 5.9.1. Penilaian Alternatif Tata Letak Pelindung Pantai Sangsit

Nomor Alternatif	Panjang (m)		Perubahan Garis Pantai (m)		Perbedaan Erosi dan Akresi (m)		Kedalaman (m)		Jumlah Nilai
	Total	Nilai	Rata-Rata	Nilai	Rata-Rata	Nilai	Rata-Rata	Nilai	
1	1050	2	1,23	5	25,81	3	1	1	11
2	1125	1	1,03	4	26,77	2	1	1	8
3	900	3	0,80	3	26,77	2	1	1	9
4	825	5	0,60	2	26,77	2	1	1	10
5	836	4	-0,21	1	28,31	1	1	1	7

Dari tabel 5.9.1. maka didapat informasi-informasi sebagai berikut :

- **Panjang total**

Pertimbangan panjang total groin, memberikan urutan alternatif sebagai berikut :

1. Alternatif 4 dengan jarak antar groin 180 m, didapat panjang groin total adalah 825 meter.
2. Alternatif 5 dengan jarak antar groin 210 m, didapat panjang groin total adalah 836 meter.
3. Alternatif 3 dengan jarak antar groin 150 m, didapat panjang groin total adalah 900 meter.
4. Alternatif 1 dengan jarak antar groin 90 m, didapat panjang groin total adalah 1050 meter.
5. Alternatif 2 dengan jarak antar groin 120 m, didapat panjang groin total adalah 1125 meter.

- **Perubahan garis pantai**

Pertimbangan perubahan garis pantai rata-rata, memberi urutan alternatif sebagai berikut :

1. Alternatif 1 dengan perubahan garis pantai rata-rata 1.23 meter per tahun.
2. Alternatif 2 dengan perubahan garis pantai rata-rata 1.03 meter per tahun.
3. Alternatif 3 dengan perubahan garis pantai rata-rata 0.80 meter per tahun.
4. Alternatif 4 dengan perubahan garis pantai rata-rata 0.60 meter per tahun.
5. Alternatif 5 dengan perubahan garis pantai rata-rata -0.21 meter per tahun.

- **Perbedaan rata-rata antara erosi dan akresi**

Perbedaan rata-rata antara daerah yang mengalami erosi dan daerah yang mengalami akresi akibat pemasangan groin, memberi urutan alternatif sebagai berikut :

1. Alternatif 1 dengan perbedaan rata-rata 25.81 m.
2. Alternatif 2, 3, 4 dengan perbedaan rata-rata 26.77 m.
3. Alternatif 5 dengan perbedaan rata-rata 28.31 m.

- **Kedalaman rata-rata**

Berdasarkan kedalaman rata-rata penempatan groin, semua alternatif diberi nilai 1 karena mempunyai kedalaman yang sama yakni 1 meter. Kedalaman penempatan ini sangat mempengaruhi volume bahan yang diperlukan dan kemudahan pelaksanaan.

Alternatif dengan rangking terendah diberi nilai 1 dan untuk rangking yang lebih tinggi berikutnya ditambahkan 1, sedemikian hingga alternatif rangking tertinggi akan memiliki nilai tertinggi pula. Berdasarkan penilaian terhadap 5 alternatif pelindung pantai Sangsit yang diberikan pada tabel 5.9.1 maka alternatif tertinggi jatuh pada alternatif 1, namun sebelum menentukan alternatif yang dipilih perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

Pada kondisi alternatif 1 terlihat bahwa perubahan garis pantai yang terjadi cukup besar yakni 1.23 m per tahun, hal ini sangat berpengaruh pada kondisi garis

pantai di sebelah barat lokasi studi, dimana akibat pengurangan sedimen transport yang terlalu besar mengkhawatirkan lingkungan di sebelah barat lokasi studi akan mengalami kekurangan suplay sedimen dari arah timur, sehingga erosi dapat terjadi pada kawasan tersebut dan hal ini tentunya tidak diinginkan. Selain hal diatas, alternatif 1 terlihat membutuhkan lebih banyak biaya untuk pembangunannya, hal ini disebabkan karena panjang total groin yang diperlukan lebih panjang dari kelima alternatif diatas.

Sedangkan untuk penilaian tertinngi kedua jatuh pada alternatif keempat, dimana perubahan garis pantai yang terjadi tidak terlalu besar yakni 0.6 m per tahun, sehingga tidak dikhawatirkan terjadinya erosi pada bagian timur lokasi studi. Selain itu, alternatif 4 memiliki panjang total groin yang paling pendek dari kelima alternatif diatas, sehingga biaya pembangunan yang diperlukan juga lebih kecil dari yang lainnya. Sedangkan perbedaan antara erosi dan akresi yang terjadi tidaklah terlalu besar yakni 26.77 m, hal ini tentunya tidak membahayakan adanya erosi yang besar pada daerah hilir dari groin. Pada alternatif 2 dan 3 perubahan garis pantai yang terjadi masih cukup besar, yakni sebesar 1.03 m per tahun untuk alternatif kedua dan 0.8 m per tahun untuk alternatif ketiga. Sedangkan biaya pembuatan groin untuk alternatif 2 dan 3 membutuhkan dana yang lebih besar dari alternatif 4, hal ini karena panjang total groin yang diperlukan lebih panjang dari alternatif 4. Untuk alternatif 5, terlihat bahwa perubahan garis pantai yang terjadi adalah negatif yakni -0.21 m per tahun, hal ini menunjukkan masih terjadinya erosi pada pantai Sangsit, sehingga alternatif ini sangat tidak menguntungkan.

Berdasarkan uraian diatas, maka alternatif tata letak yang digunakan untuk pelindung pantai Sangsit adalah alternatif 4, yaitu menggunakan groin dengan panjang groin 55 meter dan jarak antar groin 180 meter. Posisi groin tegak lurus dengan garis pantai dan berada pada kedalaman 1 meter dari dasar pantai. Lebih jelasnya untuk perhitungan alternatif 4 ini, dapat dilihat pada tabel 5.9.2 dan gambar 5.9.1.

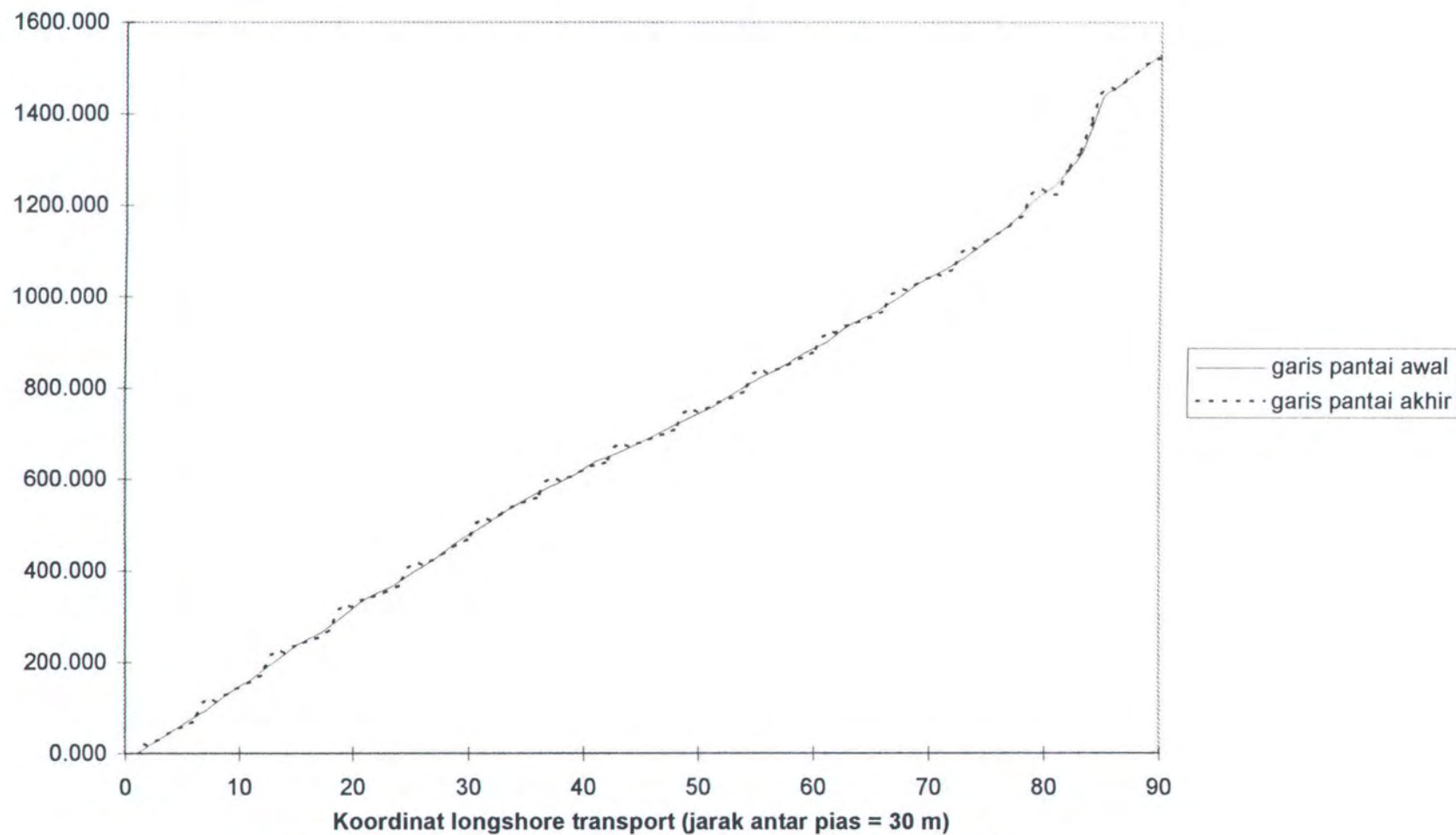
Tabel 5.9.2. Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 4 (jarak antar groin = 180 m)

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1475.000
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1456.250
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-689.268	12.949	1450.449
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-1767.354	9.219	1384.219
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	3.636	1316.136
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	0.000	1281.250
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2346.962	-25.098	1224.902
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	2.316	1233.566
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1654.588	18.558	1231.058
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1930.353	-10.070	1177.430
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	-4.820	1157.680
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-1.654	1142.096
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1125.000
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1106.250
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	16.124	1103.624
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	1061.739
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.988	1049.262
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.000	1043.750
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.585	1031.835
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	4.963	1017.463
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	16.214	1009.964
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	967.967
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.976	955.524
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	946.574
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	0.702	938.202

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	3.309	922.059
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	16.233	916.233
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	877.223
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.470	867.530
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4379.098	-5.096	854.274
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	-1.137	842.613
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	3.426	834.676
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	17.217	835.967
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	792.967
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.594	779.906
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-0.020	771.850
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2955.284	2.351	758.601
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	5.139	748.889
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	18.453	749.703
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	708.473
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.852	699.398
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	690.324
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	0.000	681.250
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	3.426	672.176
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	7366.152	16.431	672.681
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	2047.384	-10.680	636.190
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.067	630.433
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	-2.558	619.312
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-0.250	606.000
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	3.426	597.176
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	17.480	598.730
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	558.473
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-4.934	551.316
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-0.017	540.603
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	0.017	525.017
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	2.521	511.891
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	14.570	508.320
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	467.967

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-6.392	456.108
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	-3.309	440.441
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	-0.429	424.571
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	5.053	414.423
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	17.108	410.858
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	367.967
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.976	355.524
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	346.574
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	1.449	338.949
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	3.309	322.059
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	20.048	320.048
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	271.323
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-7.202	255.298
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	246.574
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	0.702	238.202
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	3.309	222.059
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	20.048	220.048
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	171.323
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-5.285	157.215
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-2.555	144.315
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3488.727	-0.432	130.818
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	1.654	114.154
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	21.873	115.623
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	67.967
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-5.059	57.441
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-0.017	46.853
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	0.017	31.267
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	2.521	18.141
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	6017.133	21.465	21.465

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
untuk kondisi alternatif 4



Gambar 5.9.1. Perubahan garis pantai untuk kondisi alternatif 4

Keterangan tabel perhitungan perubahan garis pantai

- Pias ke
menunjukkan posisi pias yang diperhitungkan, dimana sepanjang pantai dibagi menjadi 90 pias.
- Delta X
adalah jarak antar pias (30 m).
- Y awal
adalah koordinat dari pengukuran peta lokasi studi dengan skala 1 : 20.000 (gambar 4.4.1), dimana titik acuan $Y = 0$ berada pada pias pertama, untuk selanjutnya ditarik garis horisontal dari pias 1 sampai 90 dan diukur jarak antara garis horisontal dengan garis pantai untuk masing-masing pias.
- Tan o
adalah sudut yang dibentuk oleh gelombang datang dengan garis horisontal.
- Tan i
adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis horisontal.
- Tan b
adalah sudut gelombang pecah yang dihitung sesuai pers 4.3.5.
- b
adalah nilai dari tan b.
- Q
adalah banyaknya sedimen transport dalam satuan $m^3/tahun$ yang diperoleh dari pers 4.3.1.

- Delta Y

adalah besarnya perubahan garis pantai setelah mengalami longshore transport dan pemasangan groin.

- Y akhir

adalah garis pantai setelah mengalami longshore transport yang diperoleh dari penjumlahan antara Y awal dengan delta Y.

BAB VI

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan-pembahasan yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Groyne digunakan untuk melindungi garis pantai dari erosi, khususnya yang disebabkan oleh longshore transport. Dengan pemasangan groyne ini, material yang terangkut di sepanjang garis pantai akan tertahan sehingga erosi yang terjadi dapat ditanggulangi.
2. Dalam perencanaan perlindungan pantai, hal yang harus diperhatikan adalah kondisi pantai yang ada, dengan ditinjau data lapangan yang ada.
3. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan antara lain :
 - Tujuan yang ingin dicapai.
 - Kondisi lingkungan di sekitar pantai, seperti angin, gelombang, arus, pasang surut, kemiringan dasar, kedalaman perairan, dll.
 - Ketersediaan material penyusun.
4. Dari analisa refraksi gelombang yang dilakukan, terlihat bahwa semakin kecil sudut antara gelombang datang dan kemiringan garis pantai, maka koefisien refraksi juga semakin besar. Hal ini terlihat pada lampiran A, dimana pada sudut gelombang datang yang sangat kecil (5°) didapat harga $K_r = 1$.

5. Faktor yang sangat berperan dalam perubahan garis pantai adalah arus laut. Arus laut ini akan mengikis dan membawa sedimen sepanjang pantai sehingga nantinya akan terjadi perubahan garis pantai. Arus laut ini terutama gelombang datang dari arah utara. Gelombang pecah ini menghasilkan energi yang cukup besar yang dapat menyebabkan terkikisnya pantai Sangsit, sebagaimana pada lampiran B.
6. Dengan memperhatikan faktor-faktor dominan penyebab dari erosi, maka dapat ditentukan jenis bangunan pelindung yang tepat untuk menanggulangi erosi yang terjadi di pantai Sangsit adalah groin.
7. Dari beberapa type groin yang ada, dipilih salah satu yang paling sesuai untuk kondisi pantai Sangsit dengan mempertimbangkan keuntungan dan kerugian dari masing-masing type, maka dipilih groin tumpukan batu (rubble-mound groin).
8. Dalam penentuan dimensi dan tata letak groin, dilakukan pemilihan dari 5 alternatif, untuk dipilih yang paling tepat bagi perlindungan pantai Sangsit. Berdasarkan analisa dari 5 alternatif dipilih alternatif 4, yaitu groin dengan panjang masing-masing 55 meter dan jarak antar groin 180 meter, dipasang secara tegak lurus garis pantai. Besar perubahan pantai alternatif ini adalah + 0,60 m/tahun. Nilai ini tidaklah terlalu besar sehingga tidak mengkhawatirkan terjadinya erosi pada sebelah barat lokasi studi sebagai akibat pengurangan sedimen transport yang tertahan oleh pemasangan groin. Selain itu alternatif 4 memiliki panjang total groin yang paling pendek diantara kelima alternatif, yaitu 825 meter.

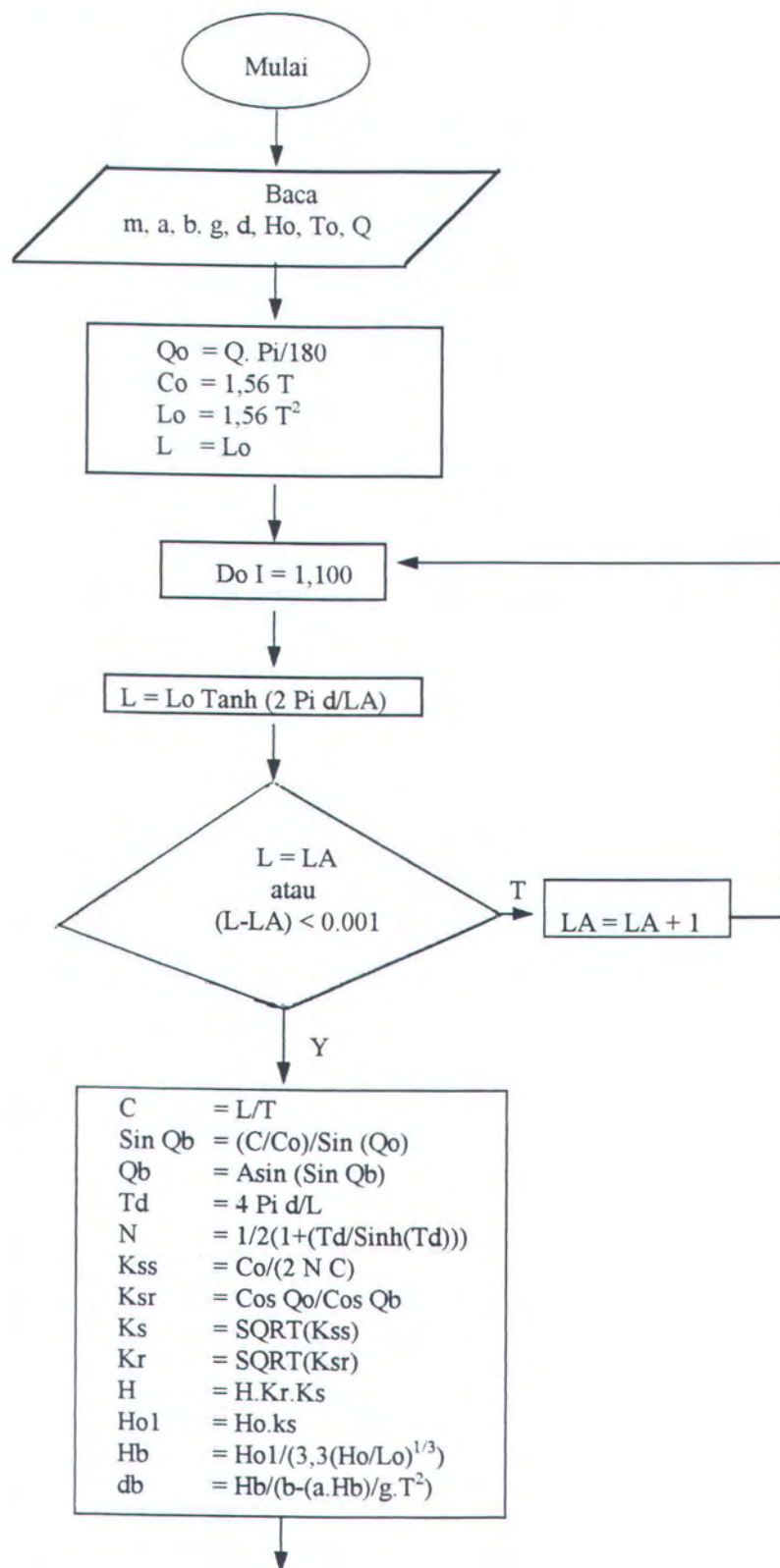
DAFTAR PUSTAKA

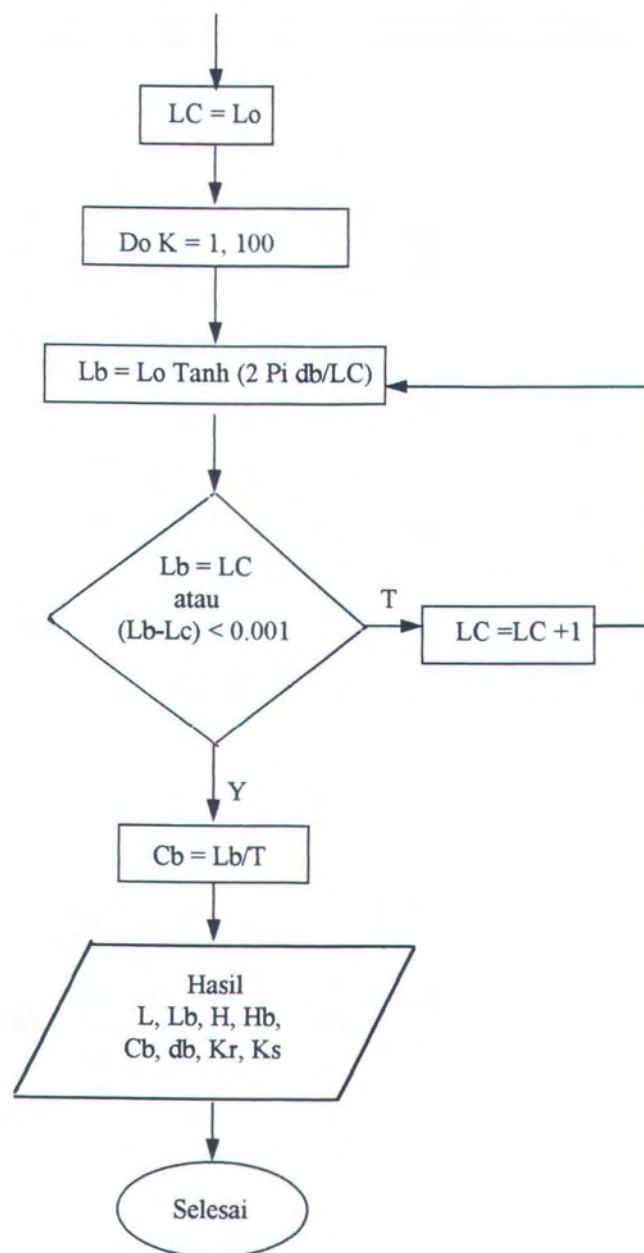
1. Braja M. Das, (1996), "Mekanika Tanah I", Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. Coastal Engineering Research Center (CERC), (1984), "Shore Protection Manual", Volume I and II, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Washington DC, USA.
3. Ehrlich, L.A. & Kulhawy, F.H, (1982), "Breakwater, Jetties and Groin : A Design Guide", Cornell University, Ithaca, New York.
4. Horikawa, K, (1978), "Coastal Engineering", John Wiley & Sons, New York.
5. Keith R. Dyer, (1985), "Coastal and Estuarine Sediment Dynamics", Institut of Oceanographic Sciences, Bidstone, UK.
6. Komar, P. D, (1976), "Beach Processes and Sedimentation", School of Oceanography Oregon State University, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
7. Pratikto, W.A, Haryo, D.A, & Suntoyo,(1996), "Perencanaan Fasilitas Pantai dan Lautan", FT Kelautan-ITS, Surabaya.
8. Sorensen, R. M, (1978), "Basic Coastal Engineering", John Wiley & Sons, New York.
9. Triatmadja, B, (1989), "Teknik Pantai", Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
10. Yuwono, N, (1992), "Teknik Pantai Volume II", Biro penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, FT-UGM, Yogyakarta.

LAMPIRAN A

HASIL PERHITUNGAN REFRAKSI DAN PENDANGKALAN GELOMBANG

Flow Chart Perhitungan Refraksi Gelombang





c234567

c\$noext

```

    real Cb,Hb,db,N,Qo,L,Kss,Ksr,Kr,Ks
    implicit real (K-N)
    character ADG*20
    Dimension Ho(111),T(111),Q(111),Ta(111),Lo(111),Co(111),Qo(111),LA
- (111),L(111),C(111),SinQB(111),Td(111),N(111),Kss(111),Ksr(111),Ks
- (111),Kr(111),Cb(111),Qb(111),Hol(111),LC(111),H(111),Hb(111),db(
- 111),Lb(111)

    Open(1,file='Bb50.dat')
    Open(2,file='Bb50.has')
    m =0.05
    a =43.75*(1-(Exp(-19*m)))
    b =1.56/(1+(Exp(-19.5*m)))
    g =9.8
    d =2.06
    Pi =3.141592564
    Rad =Pi/180.

    Write(*,22)
22  Format(1x,'Arah Datangnya Gelombang      : ',\ )
    Read(*,111)ADG
111  Format(A12)
    Write(*,33)
33  Format(1x,'Kemiringan Garis Pantai      : ',\ )
    Read(*,*)Alpha
    Write(2,44)ADG,Alpha
    Write(*,44)ADG,Alpha
44  Format(/,1x,'Perhitungan Wave Shoaling dan Wave Refraction',
+    //,1x,'Arah Datangnya Gelombang      : ',A12,
+    /,1x,'Kemiringan Garis Pantai      : ',f5.1)
    Write(2,55)
    Write(*,55)
55  Format
+(/,'*****')
+/,1x,'NO',4x,'Ho',5x,'To',6x,'Qo',7x,'Tahun'
+/,6x,'(m)',4x,'(det)',3x,'(der)'
+/, '*****')

    Do 10 I=1,7
    Read(1,*)Ho(I),T(I),Q(I),Ta(I)
10  Continue
    Do 20 I=1,7
    Write(2,66)I,Ho(I),T(I),Q(I),Ta(I)
    Write(*,66)I,Ho(I),T(I),Q(I),Ta(I)
66  Format (I2,2F8.3,F8.2,3x,F8.0)
20  Continue
    Write(2,77)
    Write(*,77)
77  Format (//////////, '*****')
+*****',/,1x,'NO',4x,'L',5x,'Lb',7x,'H',5x,'Hb',5x,'Cb'
+,5x,'db',5x,'Kr',5x,'Ks',/,6x,'(m)',4x,'(m)',5x,'(m)',3x,'(m)',3x,
+'(m/dt2)',2x,'(m)',/, '*****')
+*****')
    Do 50 I=1,7
    Qo(I) = Q(I)*Rad
    Co(I) = 1.56*T(I)

```



```

Lo(I) = 1.56*T(I)**2

LA(I)=15.
Do 100 J=1,100
L(I)=Lo(I)*tanh(2*PI*d/LA(I))
IF (L(I).EQ.LA(I).OR.(L(I)-LA(I).LT.0.001))Then
  C(I)=L(I)/T(I)
  SinQB(I)=(C(I)/Co(I))*(Sin(Qo(I)))
  Qb(I)=Asin(SinQb(I))
  Td(I)=4.*PI*d/(L(I))
  N(I) =0.5*(1+(Td(I)/Sinh(Td(I))))
  Kss(I)=Co(I)/(2.*N(I)*C(I))
  Ksr(I)=Cos(Qo(I))/Cos(Qb(I))
  Ks(I)=SQRT(Kss(I))
  Kr(I) =SQRT(Ksr(I))
  H(I)  =Ho(I)*Kr(I)*Ks(I)
  Hol(I)=Ho(I)*Ks(I)

```

c Perhitungan gelombang pecah

```

  Hb(I) =Hol(I)/(3.3*((Hol(I)/Lo(I))**(1/3)))
  db(I) =Hb(I)/(b-((a*Hb(I))/(g*(T(I)**2))))
  Lc(I) =15.
  Do 200 K=1,100
  Lb(I) =Lo(I)*Tanh(2.*PI*db(I)/LC(I))
  IF (Lb(I).EQ.LC(I).OR.(Lb(I)-LC(I).LT.0.001))Then
    Cb(I) =Lb(I)/T(I)
  Else
    LC(I)=LC(I)+1.
  Endif
200  Continue
  Else
    LA(I)=LA(I)+1.
  Endif
100  Continue
50  Continue

```

c Hasil

```

  Do 80 I=1,7
  Write (2,110)I,L(I),Lb(I),H(I),Hb(I),Cb(I),db(I),Kr(I),Ks(I)
  Write (*,110)I,L(I),Lb(I),H(I),Hb(I),Cb(I),db(I),Kr(I),Ks(I)
110 Format (I2,F8.2,1x,F6.2,1x,F6.2,1x,F6.2,1x,F6.2,1x,F6.2,1x,F6.2,
+         1x,F6.2)
80  Continue

  Write(2,220)
  Write(*,220)
220 Format ('*****
-****')
  Stop
End

```

Arah Datangnya Gelombang : Utara
Kemiringan Garis Pantai : 40.0

NO	L (m)	Lb (m)	H (m)	Hb (m)	Cb (m/dt2)	db (m)	Kr	Ks
1	38.25	30.18	3.82	1.42	3.45	1.32	0.81	1.27
2	37.72	30.14	3.75	1.40	3.47	1.29	0.81	1.27
3	38.47	31.91	4.04	1.51	3.59	1.39	0.81	1.29
4	37.72	30.14	3.75	1.40	3.47	1.29	0.81	1.27
5	39.69	33.24	4.21	1.57	3.68	1.45	0.81	1.29
6	40.83	36.87	4.83	1.80	3.94	1.67	0.81	1.31
7	31.64	19.55	2.27	0.84	2.69	0.77	0.82	1.17

Arah Datangnya Gelombang : Timur Laut
Kemiringan Garis Pantai : 40.0

NO	Ho (m)	To (det)	Qo (der)	Tahun
1	1.030	4.430	85.00	1986.
2	1.500	5.160	85.00	1987.
3	1.220	4.960	85.00	1988.
4	2.040	6.320	85.00	1990.
5	1.520	5.420	85.00	1992.
6	2.530	7.290	85.00	1993.
7	0.730	3.650	85.00	1994.

NO	L	Lb	H	Hb	Cb	db	Kr	Ks
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/dt2)	(m)		

1	18.13	3.62	0.33	0.31	0.82	0.28	0.33	0.99
2	21.96	7.39	0.49	0.47	1.43	0.43	0.32	1.02
3	20.29	5.59	0.40	0.38	1.13	0.35	0.32	1.03
4	26.91	15.23	0.71	0.69	2.41	0.64	0.31	1.12
5	22.57	8.51	0.51	0.49	1.57	0.45	0.32	1.06
6	31.82	20.10	0.91	0.90	2.76	0.83	0.31	1.17
7	14.50	1.66	0.24	0.21	0.45	0.19	0.35	0.94

Arah Datangnya Gelombang : Timur
Kemiringan Garis Pantai : 40.0

NO	L (m)	Lb (m)	H (m)	Hb (m)	Cb (m/dt2)	db (m)	Kr	Ks
1	14.91	1.70	0.61	0.20	0.45	0.18	0.92	0.96
2	14.91	1.70	0.61	0.20	0.45	0.18	0.92	0.96
3	13.49	1.44	0.59	0.19	0.41	0.18	0.93	0.95
4	11.50	1.27	0.61	0.20	0.39	0.18	0.93	0.98
5	26.91	15.23	2.03	0.69	2.41	0.64	0.89	1.12
6	29.41	18.21	2.41	0.82	2.63	0.75	0.89	1.16
7	13.49	1.44	0.59	0.19	0.41	0.18	0.93	0.95

Arah Datangnya Gelombang : Barat Daya
Kemiringan Garis Pantai : 40.0

NO	Ho (m)	To (det)	Qo (der)	Tahun
1	0.900	3.600	85.00	1986.
2	0.490	2.880	85.00	1987.
3	0.630	3.200	85.00	1988.
4	0.900	3.600	85.00	1990.
5	0.610	3.130	85.00	1992.
6	0.900	3.600	85.00	1993.
7	0.460	2.880	85.00	1994.

NO	L (m)	Lb (m)	H (m)	Hb (m)	Cb (m/dt2)	db (m)	Kr	Ks
1	14.11	2.02	0.30	0.26	0.56	0.24	0.35	0.95
2	9.03	0.77	0.18	0.15	0.27	0.14	0.35	1.04
3	11.15	1.17	0.22	0.19	0.36	0.17	0.35	0.99
4	14.11	2.02	0.30	0.26	0.56	0.24	0.35	0.95
5	10.66	1.09	0.21	0.18	0.35	0.17	0.35	1.00
6	14.11	2.02	0.30	0.26	0.56	0.24	0.35	0.95
7	9.03	0.72	0.17	0.14	0.25	0.13	0.35	1.04

Perhitungan Wave Shoaling dan Wave Refraction

Arah Datangnya Gelombang : Barat
Kemiringan Garis Pantai : 40.0

NO	Ho (m)	To (det)	Qo (der)	Tahun
1	0.820	4.220	40.00	1986.
2	0.330	2.440	40.00	1987.
3	0.410	2.670	40.00	1988.
4	0.560	3.270	40.00	1990.
5	1.470	5.620	40.00	1992.
6	1.990	6.220	40.00	1993.
7	0.980	4.350	40.00	1994.

NO	L	Lb	H	Hb	Cb	db	Kr	Ks
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/dt2)	(m)		

1	17.12	2.57	0.73	0.24	0.61	0.22	0.91	0.98
2	6.48	0.40	0.34	0.11	0.16	0.10	0.93	1.12
3	7.76	0.58	0.41	0.13	0.22	0.12	0.93	1.08
4	11.64	1.07	0.51	0.17	0.33	0.15	0.93	0.98
5	23.45	8.95	1.42	0.48	1.59	0.44	0.90	1.07
6	26.90	14.18	1.95	0.66	2.28	0.61	0.89	1.10
7	17.48	3.33	0.89	0.30	0.77	0.27	0.91	0.99

Perhitungan Wave Shoaling dan Wave Refraction

Arah Datangnya Gelombang : Barat Laut
Kemiringan Garis Pantai : 40.0

```
*****
NO      Ho      To      Qo      Tahun
      (m)    (det)    (der)
*****
1      0.530    2.580    5.00    1986.
2      0.170    1.630    5.00    1987.
3      0.560    3.270    5.00    1988.
4      0.230    1.920    5.00    1990.
5      0.830    3.840    5.00    1992.
6      1.050    5.000    5.00    1993.
7      0.360    2.220    5.00    1994.
```

```
*****
NO      L      Lb      H      Hb      Cb      db      Kr      Ks
      (m)    (m)    (m)    (m)    (m/dt2)  (m)
*****
1      7.25    0.72    0.58    0.18    0.28    0.17    1.00    1.09
2      2.89    0.10    0.20    0.06    0.06    0.06    1.00    1.20
3     11.64    1.07    0.55    0.17    0.33    0.15    1.00    0.98
4      4.01    0.19    0.27    0.08    0.10    0.08    1.00    1.19
5     15.39    2.11    0.79    0.24    0.55    0.22    1.00    0.95
6     20.62    4.86    1.08    0.33    0.97    0.30    1.00    1.03
7      5.36    0.38    0.41    0.13    0.17    0.12    1.00    1.15
*****
```

Tabel Nilai Terbesar
Hasil Perhitungan Refraksi dan Shoaling

	Arah Mata Angin					
	Utara	Timur Laut	Timur	Barat Daya	Barat	Barat Laut
Kemiringan garis pantai	40	40	40	40	40	40
Panjang gelombang (L)	40.83	31.82	29.41	14.11	26.90	20.62
Panjang gelombang pecah (Lb)	36.87	20.10	18.21	2.02	14.18	4.86
Tinggi gelombang (H)	4.83	0.91	2.41	0.30	1.95	1.08
Tinggi gelombang pecah (Hb)	1.8	0.90	0.82	0.26	0.66	0.33
Celerety gelombang pecah (Cb)	3.94	2.76	2.63	0.56	2.28	0.97
Kedalaman gelombang pecah (db)	1.67	0.83	0.75	0.24	0.61	0.30
Koefisien refraksi (Kr)	0.82	0.35	0.93	0.35	0.93	1.00
Koefisien shoaling (Ks)	1.31	1.17	1.16	1.04	1.12	1.15

LAMPIRAN B

HASIL PERHITUNGAN PERUBAHAN
GARIS PANTAI TANPA BANGUNAN
PELINDUNG

Keterangan tabel perhitungan perubahan garis pantai

- Pias ke
menunjukkan posisi pias yang diperhitungkan, dimana sepanjang pantai dibagi menjadi 90 pias.
- Delta X
adalah jarak antar pias (30 m).
- Y awal
adalah koordinat dari pengukuran peta lokasi studi dengan skala 1 : 20.000 (gambar 4.4.1), dimana titik acuan $Y = 0$ berada pada pias pertama, untuk selanjutnya ditarik garis horisontal dari pias 1 sampai 90 dan diukur jarak antara garis horisontal dengan garis pantai untuk masing-masing pias.
- Tan o
adalah sudut yang dibentuk oleh gelombang datang dengan garis horisontal.
- Tan i
adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis horisontal.
- Tan b
adalah sudut gelombang pecah yang dihitung sesuai pers 4.3.5.
- b
adalah nilai dari tan b.
- Q
adalah banyaknya sedimen transport dalam satuan $m^3/tahun$ yang diperoleh dari pers 4.3.1.

- Delta Y

adalah besarnya perubahan garis pantai setelah mengalami longshore transport.

- Y akhir

adalah garis pantai setelah mengalami longshore transport yang diperoleh dari penjumlahan antara Y awal dengan delta Y.

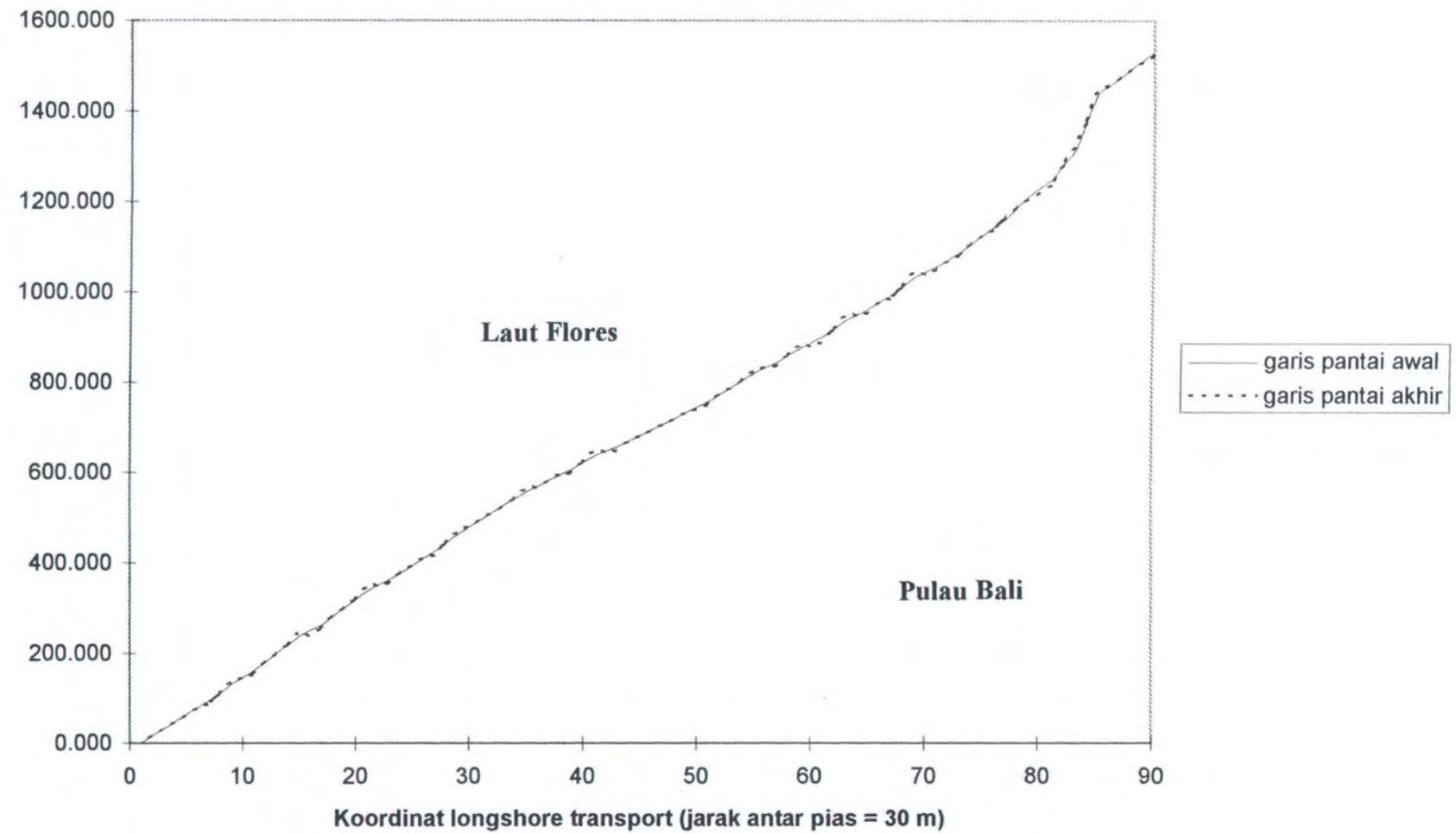
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah utara dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1475.000
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1456.250
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-706.942	7.713	1445.213
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-706.942	0.000	1375.000
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	9.168	1321.668
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	0.000	1281.250
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-15.474	1234.526
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1231.250
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	2.159	1214.659
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	0.000	1187.500
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-2.159	1160.341
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1143.750
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1125.000
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1106.250
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-8.837	1078.663
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	1071.909
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.905	1047.345
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	1043.750
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	7.281	1038.531
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1012.500
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	984.941
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	978.091
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	953.623
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	950.000
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	7.281	944.781

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	918.750
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	5253.839	-10.862	889.138
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-6.852	880.648
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	5.254	880.254
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	859.341
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	834.873
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	831.250
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	5.254	824.004
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	803.091
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	787.529
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	771.841
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	5910.569	-5.451	750.799
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-3.426	740.324
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	731.250
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	718.750
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	706.250
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	693.750
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	681.250
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	668.750
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	8184.613	-8.437	647.813
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	8189.537	-0.026	646.844
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	6.935	644.435
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	621.841
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	597.373
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	593.750
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	581.250
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	568.750
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	5.254	561.504
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	540.591
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	525.029
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	509.341
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	493.779
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	478.091

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	5.186	467.686
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	443.750
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	416.191
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	409.341
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	393.779
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	378.091
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.877	353.623
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	350.000
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	6.985	344.485
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	318.750
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	300.000
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	281.250
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	-7.436	255.064
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-10.277	239.723
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	7.281	244.781
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	218.750
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	200.000
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	181.250
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	153.691
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	146.841
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	5.186	136.436
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	112.500
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	-8.809	84.941
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	78.091
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	62.529
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	46.841
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	31.279
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	15.591
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	6017.133	2.678	2.678

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
akibat gelombang datang arah utara



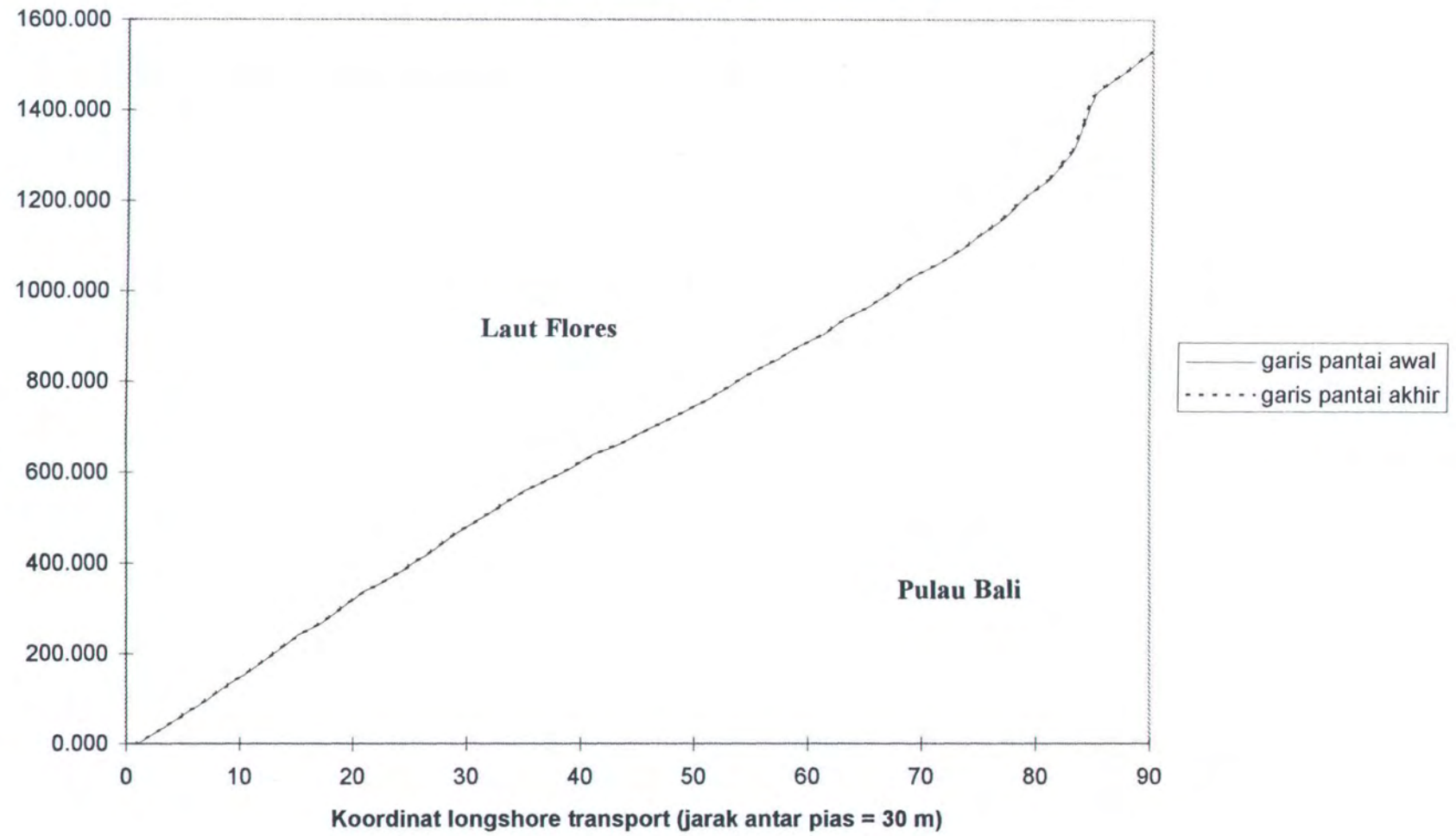
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah timur laut dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	1.034	1532.284
89	30	1512.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1512.500
88	30	1493.750	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1493.750
87	30	1475.000	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1475.000
86	30	1456.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1456.250
85	30	1437.500	11.43	2.083	0.410	22.280	1005.114	0.121	1437.621
84	30	1375.000	11.43	2.083	0.410	22.280	1005.114	0.000	1375.000
83	30	1312.500	11.43	1.042	0.953	43.607	1430.809	-0.661	1311.839
82	30	1281.250	11.43	1.042	0.953	43.607	1430.809	0.000	1281.250
81	30	1250.000	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.232	1250.232
80	30	1231.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1231.250
79	30	1212.500	11.43	0.833	1.243	51.183	1399.264	-0.783	1211.717
78	30	1187.500	11.43	0.833	1.243	51.183	1399.264	0.000	1187.500
77	30	1162.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.550	1163.050
76	30	1143.750	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1143.750
75	30	1125.000	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1125.000
74	30	1106.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1106.250
73	30	1087.500	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.246	1087.746
72	30	1071.880	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	1071.877
71	30	1056.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.243	1056.493
70	30	1043.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	1043.750
69	30	1031.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	-1.651	1029.599
68	30	1012.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	1012.500
67	30	993.750	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	0.243	993.993
66	30	978.120	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	978.123
65	30	962.500	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.241	962.741
64	30	950.000	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	950.000
63	30	937.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	-1.651	935.849

62	30	918.750	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	918.750
61	30	900.000	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.487	900.487
60	30	887.500	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	887.500
59	30	875.000	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.942	874.058
58	30	859.370	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	859.373
57	30	843.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.939	844.689
56	30	831.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	831.250
55	30	818.750	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.942	817.808
54	30	803.120	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	803.123
53	30	787.500	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	787.497
52	30	771.870	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	771.873
51	30	756.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.474	756.724
50	30	743.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	743.750
49	30	731.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	731.250
48	30	718.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	718.750
47	30	706.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	706.250
46	30	693.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	693.750
45	30	681.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	681.250
44	30	668.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	668.750
43	30	656.250	11.43	0.313	4.319	76.965	629.537	0.451	656.701
42	30	646.870	11.43	0.312	4.326	76.984	628.683	0.004	646.874
41	30	637.500	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-2.095	635.405
40	30	621.870	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	621.873
39	30	606.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.660	606.910
38	30	593.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	593.750
37	30	581.250	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	581.250
36	30	568.750	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	568.750
35	30	556.250	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.942	555.308
34	30	540.620	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	540.623
33	30	525.000	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	524.997
32	30	509.370	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	509.373
31	30	493.750	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	493.747
30	30	478.120	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	478.123

29	30	462.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	-0.712	461.788
28	30	443.750	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	443.750
27	30	425.000	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	0.430	425.430
26	30	409.370	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	409.373
25	30	393.750	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	393.747
24	30	378.120	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	378.123
23	30	362.500	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.939	363.439
22	30	350.000	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	350.000
21	30	337.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	-0.984	336.516
20	30	318.750	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	318.750
19	30	300.000	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	300.000
18	30	281.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	281.250
17	30	262.500	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.720	263.220
16	30	250.000	11.43	0.417	2.927	71.138	876.480	0.000	250.000
15	30	237.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	-1.651	235.849
14	30	218.750	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	218.750
13	30	200.000	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	200.000
12	30	181.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	181.250
11	30	162.500	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	0.383	162.883
10	30	146.870	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	146.873
9	30	131.250	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	-0.712	130.538
8	30	112.500	11.43	0.625	1.759	60.377	1231.042	0.000	112.500
7	30	93.750	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	0.709	94.459
6	30	78.120	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	78.123
5	30	62.500	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	62.497
4	30	46.870	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	46.873
3	30	31.250	11.43	0.521	2.202	65.572	1078.766	-0.003	31.247
2	30	15.620	11.43	0.521	2.203	65.589	1078.199	0.003	15.623
1	30	0.000	11.43	0.000	11.430	85.000	621.881	1.085	1.085

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
akibat gelombang arah timur laut



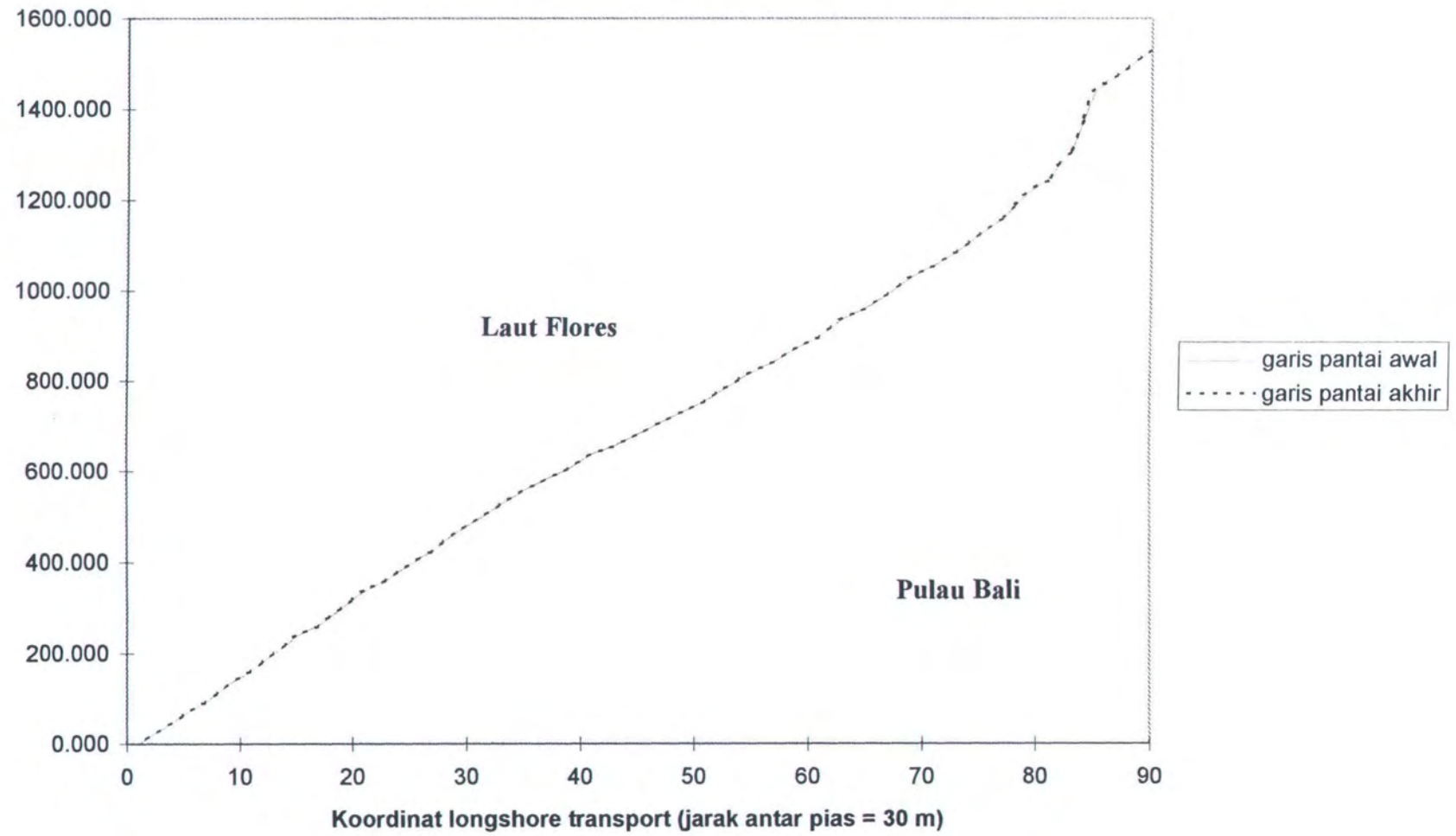
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah timur dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	-0.558	1530.692
89	30	1512.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1512.500
88	30	1493.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1493.750
87	30	1475.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1475.000
86	30	1456.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1456.250
85	30	1437.500	0.839	2.083	-3.907	-75.644	-1287.808	8.497	1445.997
84	30	1375.000	0.839	2.083	-3.907	-75.644	-1287.808	0.000	1375.000
83	30	1312.500	0.839	1.042	14.921	86.166	178.858	-6.688	1305.812
82	30	1281.250	0.839	1.042	14.921	86.166	357.715	-0.816	1280.434
81	30	1250.000	0.839	0.625	3.078	72.002	2048.193	-7.709	1242.291
80	30	1231.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	2.155	1233.405
79	30	1212.500	0.839	0.833	5.559	79.802	934.229	2.924	1215.424
78	30	1187.500	0.839	0.833	5.559	79.802	934.229	0.000	1187.500
77	30	1162.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	-2.924	1159.576
76	30	1143.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1143.750
75	30	1125.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1125.000
74	30	1106.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1106.250
73	30	1087.500	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-1.459	1086.041
72	30	1071.880	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	1071.885
71	30	1056.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-1.346	1054.904
70	30	1043.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	1043.750
69	30	1031.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.976	1032.226
68	30	1012.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	1012.500
67	30	993.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	-1.454	992.296
66	30	978.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	978.115
65	30	962.500	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-1.341	961.159
64	30	950.000	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	950.000
63	30	937.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	2.800	940.300

62	30	918.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	918.750
61	30	900.000	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-2.800	897.200
60	30	887.500	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	887.500
59	30	875.000	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.434	875.434
58	30	859.370	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	859.365
57	30	843.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-1.341	842.409
56	30	831.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	831.250
55	30	818.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	1.346	820.096
54	30	803.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	803.115
53	30	787.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	787.505
52	30	771.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	771.865
51	30	756.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-1.341	754.909
50	30	743.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	743.750
49	30	731.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	731.250
48	30	718.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	718.750
47	30	706.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	706.250
46	30	693.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	693.750
45	30	681.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	681.250
44	30	668.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	668.750
43	30	656.250	0.839	0.313	1.561	57.359	2435.089	-1.119	655.131
42	30	646.870	0.839	0.312	1.560	57.342	2435.769	-0.003	646.867
41	30	637.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.188	637.688
40	30	621.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	621.865
39	30	606.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-1.341	604.909
38	30	593.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	593.750
37	30	581.250	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	581.250
36	30	568.750	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	568.750
35	30	556.250	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.434	556.684
34	30	540.620	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	540.615
33	30	525.000	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	525.005
32	30	509.370	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	509.365
31	30	493.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	493.755
30	30	478.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	478.115

29	30	462.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	1.003	463.503
28	30	443.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	443.750
27	30	425.000	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	-1.454	423.546
26	30	409.370	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	409.365
25	30	393.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	393.755
24	30	378.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	378.115
23	30	362.500	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-1.341	361.159
22	30	350.000	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	350.000
21	30	337.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	2.313	339.813
20	30	318.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	318.750
19	30	300.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	300.000
18	30	281.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	281.250
17	30	262.500	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	-2.800	259.700
16	30	250.000	0.839	0.417	1.931	62.617	2189.645	0.000	250.000
15	30	237.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	2.800	240.300
14	30	218.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	218.750
13	30	200.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	200.000
12	30	181.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	181.250
11	30	162.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	-1.454	161.046
10	30	146.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	146.865
9	30	131.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	1.459	132.709
8	30	112.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1575.533	0.000	112.500
7	30	93.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	-1.454	92.296
6	30	78.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	78.115
5	30	62.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	62.505
4	30	46.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	46.865
3	30	31.250	0.839	0.521	2.416	67.516	1894.485	0.005	31.255
2	30	15.620	0.839	0.521	2.414	67.501	1895.479	-0.005	15.615
1	30	0.000	0.839	0.000	0.839	39.997	2639.939	2.098	2.098

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
akibat gelombang datang arah timur



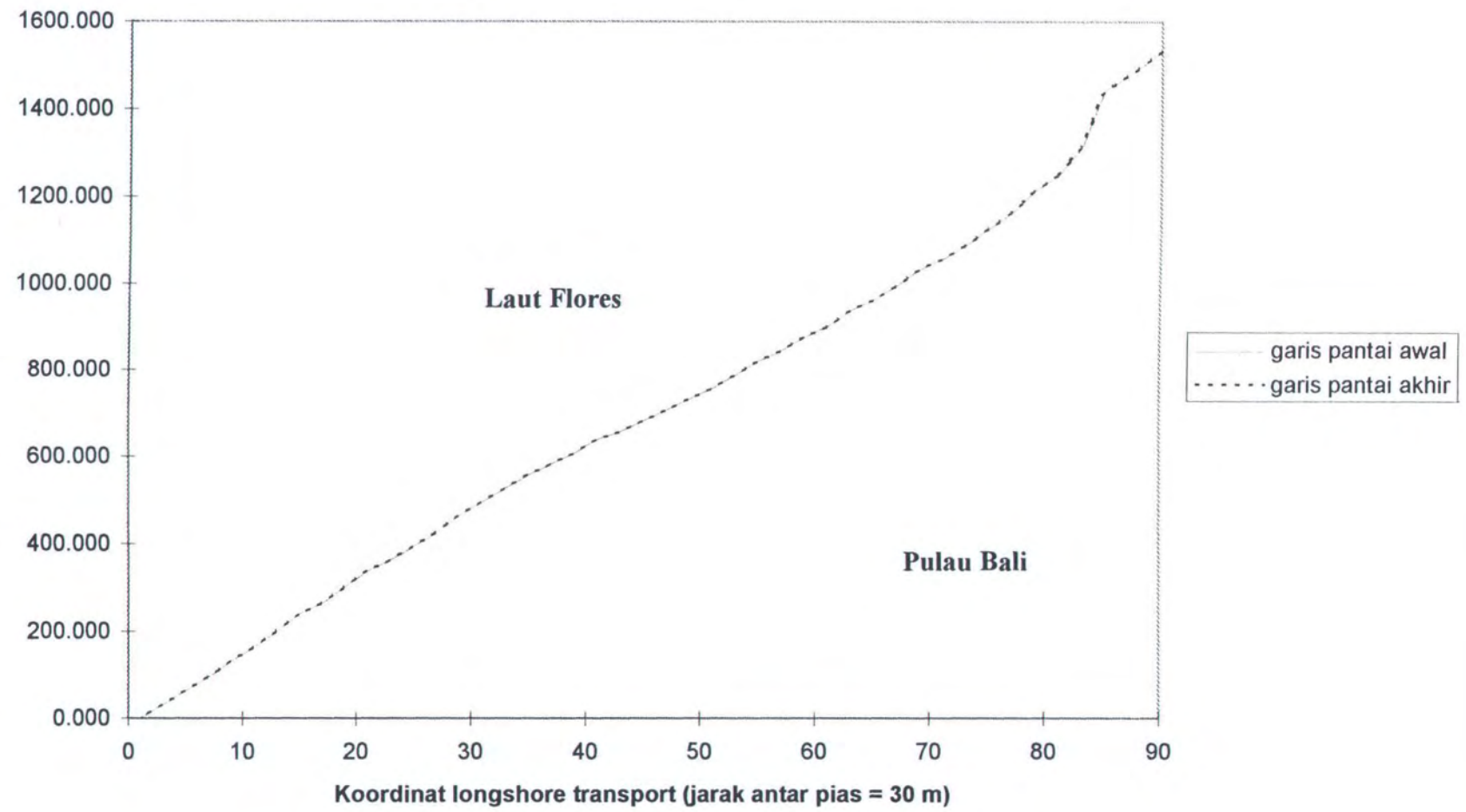
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah barat daya dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	2.214	1533.464
89	30	1512.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1512.500
88	30	1493.750	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1493.750
87	30	1475.000	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1475.000
86	30	1456.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1456.250
85	30	1437.500	11.43	2.083	-0.592	-30.641	-548.634	0.181	1437.681
84	30	1375.000	11.43	2.083	-0.592	-30.641	-548.634	0.000	1375.000
83	30	1312.500	11.43	1.042	-1.144	-48.831	-619.998	0.304	1312.804
82	30	1281.250	11.43	1.042	-1.144	-48.831	-619.998	0.000	1281.250
81	30	1250.000	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	-0.485	1249.515
80	30	1231.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1231.250
79	30	1212.500	11.43	0.833	-1.439	-55.194	-586.390	0.342	1212.842
78	30	1187.500	11.43	0.833	-1.439	-55.194	-586.390	0.000	1187.500
77	30	1162.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	-0.342	1162.158
76	30	1143.750	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1143.750
75	30	1125.000	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1125.000
74	30	1106.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1106.250
73	30	1087.500	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.272	1087.228
72	30	1071.880	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	1071.881
71	30	1056.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.348	1055.902
70	30	1043.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	1043.750
69	30	1031.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.619	1031.869
68	30	1012.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	1012.500
67	30	993.750	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	-0.271	993.479
66	30	978.120	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	978.119
65	30	962.500	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.347	962.153
64	30	950.000	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	950.000
63	30	937.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.619	938.119

62	30	918.750	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	918.750
61	30	900.000	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.619	899.381
60	30	887.500	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	887.500
59	30	875.000	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.348	875.348
58	30	859.370	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	859.369
57	30	843.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.347	843.403
56	30	831.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	831.250
55	30	818.750	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.348	819.098
54	30	803.120	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	803.119
53	30	787.500	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	787.501
52	30	771.870	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	771.869
51	30	756.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.347	755.903
50	30	743.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	743.750
49	30	731.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	731.250
48	30	718.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	718.750
47	30	706.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	706.250
46	30	693.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	693.750
45	30	681.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	681.250
44	30	668.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	668.750
43	30	656.250	11.43	0.313	-4.562	-77.637	-261.663	-0.423	655.827
42	30	646.870	11.43	0.312	-4.569	-77.655	-261.317	-0.001	646.869
41	30	637.500	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.773	638.273
40	30	621.870	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	621.869
39	30	606.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.347	605.903
38	30	593.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	593.750
37	30	581.250	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	581.250
36	30	568.750	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	568.750
35	30	556.250	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.348	556.598
34	30	540.620	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	540.619
33	30	525.000	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	525.001
32	30	509.370	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	509.369
31	30	493.750	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	493.751
30	30	478.120	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	478.119

29	30	462.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.272	462.772
28	30	443.750	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	443.750
27	30	425.000	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	-0.271	424.729
26	30	409.370	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	409.369
25	30	393.750	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	393.751
24	30	378.120	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	378.119
23	30	362.500	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.347	362.153
22	30	350.000	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	350.000
21	30	337.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	1.230	338.730
20	30	318.750	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	318.750
19	30	300.000	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	300.000
18	30	281.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	281.250
17	30	262.500	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	-0.619	261.881
16	30	250.000	11.43	0.417	-3.149	-72.380	-360.960	0.000	250.000
15	30	237.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.619	238.119
14	30	218.750	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	218.750
13	30	200.000	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	200.000
12	30	181.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	181.250
11	30	162.500	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	-0.271	162.229
10	30	146.870	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	146.869
9	30	131.250	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.272	131.522
8	30	112.500	11.43	0.625	-1.962	-62.995	-506.176	0.000	112.500
7	30	93.750	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	-0.271	93.479
6	30	78.120	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	78.119
5	30	62.500	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	62.501
4	30	46.870	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	46.869
3	30	31.250	11.43	0.521	-2.412	-67.481	-442.655	0.001	31.251
2	30	15.620	11.43	0.521	-2.414	-67.496	-442.423	-0.001	15.619
1	30	0.000	11.43	0.000	11.430	85.000	108.632	1.389	1.389

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
akibat gelombang datang arah barat daya

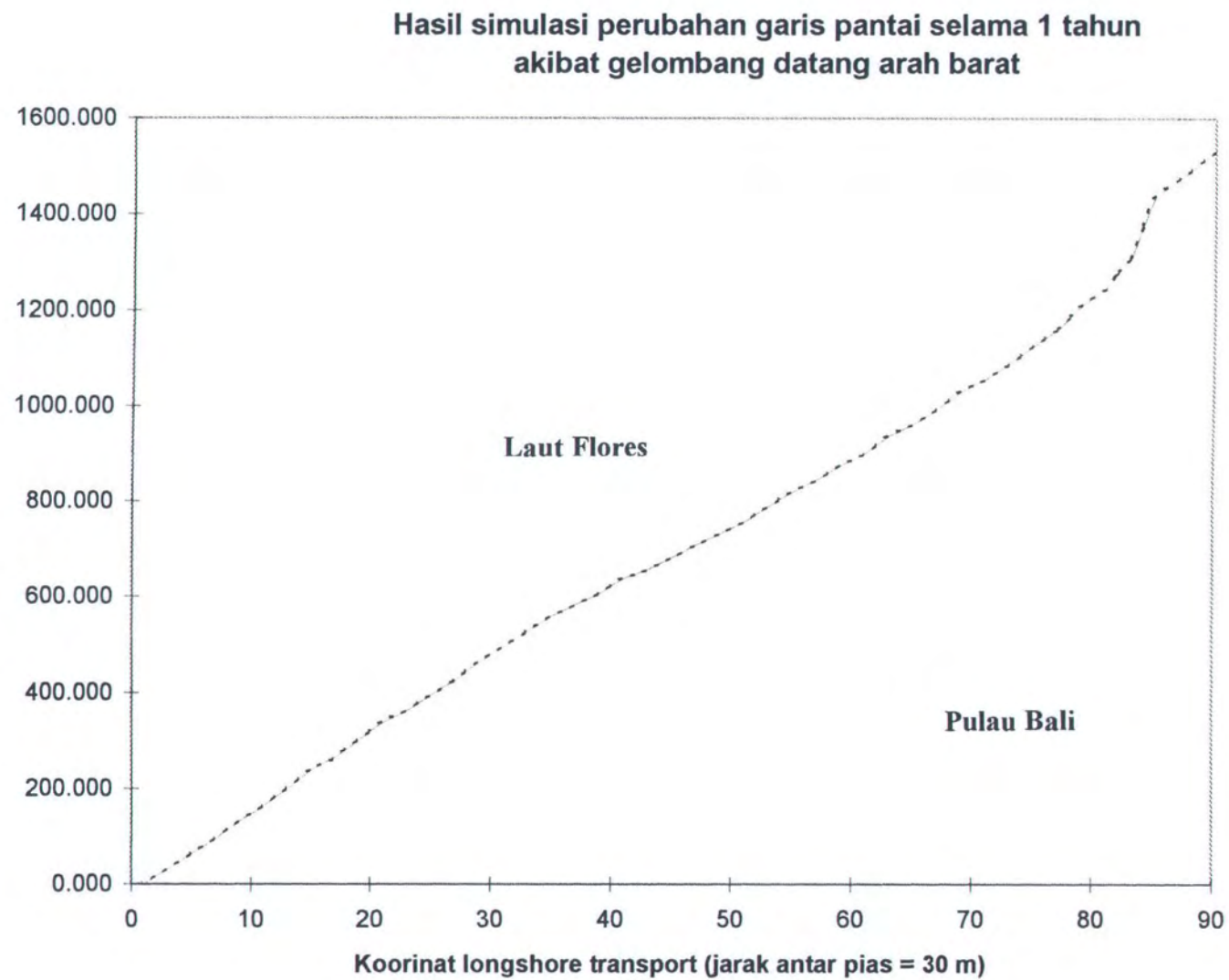


Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah barat dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	1.415	1532.665
89	30	1512.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1512.500
88	30	1493.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1493.750
87	30	1475.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1475.000
86	30	1456.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1456.250
85	30	1437.500	0.839	2.083	-3.907	-75.644	-929.304	3.876	1441.376
84	30	1375.000	0.839	2.083	-3.907	-75.644	-929.304	0.000	1375.000
83	30	1312.500	0.839	1.042	14.921	86.166	77.440	-4.504	1307.996
82	30	1281.250	0.839	1.042	14.921	86.166	258.133	-0.808	1280.442
81	30	1250.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	-3.932	1246.068
80	30	1231.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1231.250
79	30	1212.500	0.839	0.833	5.559	79.802	674.155	2.071	1214.571
78	30	1187.500	0.839	0.833	5.559	79.802	674.155	0.000	1187.500
77	30	1162.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	-2.071	1160.429
76	30	1143.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1143.750
75	30	1125.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1125.000
74	30	1106.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1106.250
73	30	1087.500	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-1.033	1086.467
72	30	1071.880	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	1071.883
71	30	1056.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-0.953	1055.297
70	30	1043.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	1043.750
69	30	1031.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	1.983	1033.233
68	30	1012.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	1012.500
67	30	993.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	-1.030	992.720
66	30	978.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	978.117
65	30	962.500	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-0.950	961.550
64	30	950.000	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	950.000
63	30	937.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	1.983	939.483

62	30	918.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	918.750
61	30	900.000	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-1.983	898.017
60	30	887.500	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	887.500
59	30	875.000	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.953	875.953
58	30	859.370	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	859.367
57	30	843.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-0.950	842.800
56	30	831.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	831.250
55	30	818.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.953	819.703
54	30	803.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	803.117
53	30	787.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	787.503
52	30	771.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	771.867
51	30	756.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-0.950	755.300
50	30	743.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	743.750
49	30	731.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	731.250
48	30	718.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	718.750
47	30	706.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	706.250
46	30	693.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	693.750
45	30	681.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	681.250
44	30	668.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	668.750
43	30	656.250	0.839	0.313	1.561	57.359	1757.201	-0.792	655.458
42	30	646.870	0.839	0.312	1.560	57.342	1757.692	-0.002	646.868
41	30	637.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	1.748	639.248
40	30	621.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	621.867
39	30	606.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-0.950	605.300
38	30	593.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	593.750
37	30	581.250	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	581.250
36	30	568.750	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	568.750
35	30	556.250	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.953	557.203
34	30	540.620	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	540.617
33	30	525.000	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	525.003
32	30	509.370	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	509.367
31	30	493.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	493.753
30	30	478.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	478.117

29	30	462.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	1.033	463.533
28	30	443.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	443.750
27	30	425.000	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	-1.030	423.970
26	30	409.370	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	409.367
25	30	393.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	393.753
24	30	378.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	378.117
23	30	362.500	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-0.950	361.550
22	30	350.000	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	350.000
21	30	337.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	2.624	340.124
20	30	318.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	318.750
19	30	300.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	300.000
18	30	281.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	281.250
17	30	262.500	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	-1.983	260.517
16	30	250.000	0.839	0.417	1.931	62.617	1580.085	0.000	250.000
15	30	237.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	1.983	239.483
14	30	218.750	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	218.750
13	30	200.000	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	200.000
12	30	181.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	181.250
11	30	162.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	-1.030	161.470
10	30	146.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	146.867
9	30	131.250	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	1.033	132.283
8	30	112.500	0.839	0.625	3.078	72.002	1136.932	0.000	112.500
7	30	93.750	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	-1.030	92.720
6	30	78.120	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	78.117
5	30	62.500	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	62.503
4	30	46.870	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	46.867
3	30	31.250	0.839	0.521	2.416	67.516	1367.092	0.003	31.253
2	30	15.620	0.839	0.521	2.414	67.501	1367.810	-0.003	15.617
1	30	0.000	0.839	0.000	0.839	39.997	1905.024	1.520	1.520

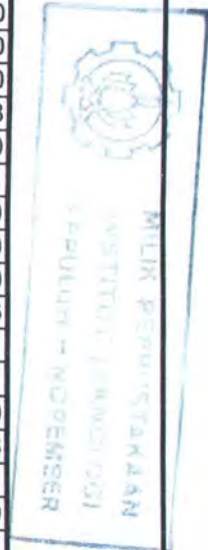


Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk gelombang dari arah barat laut dengan sudut pantai 40 derajat dari arah utara

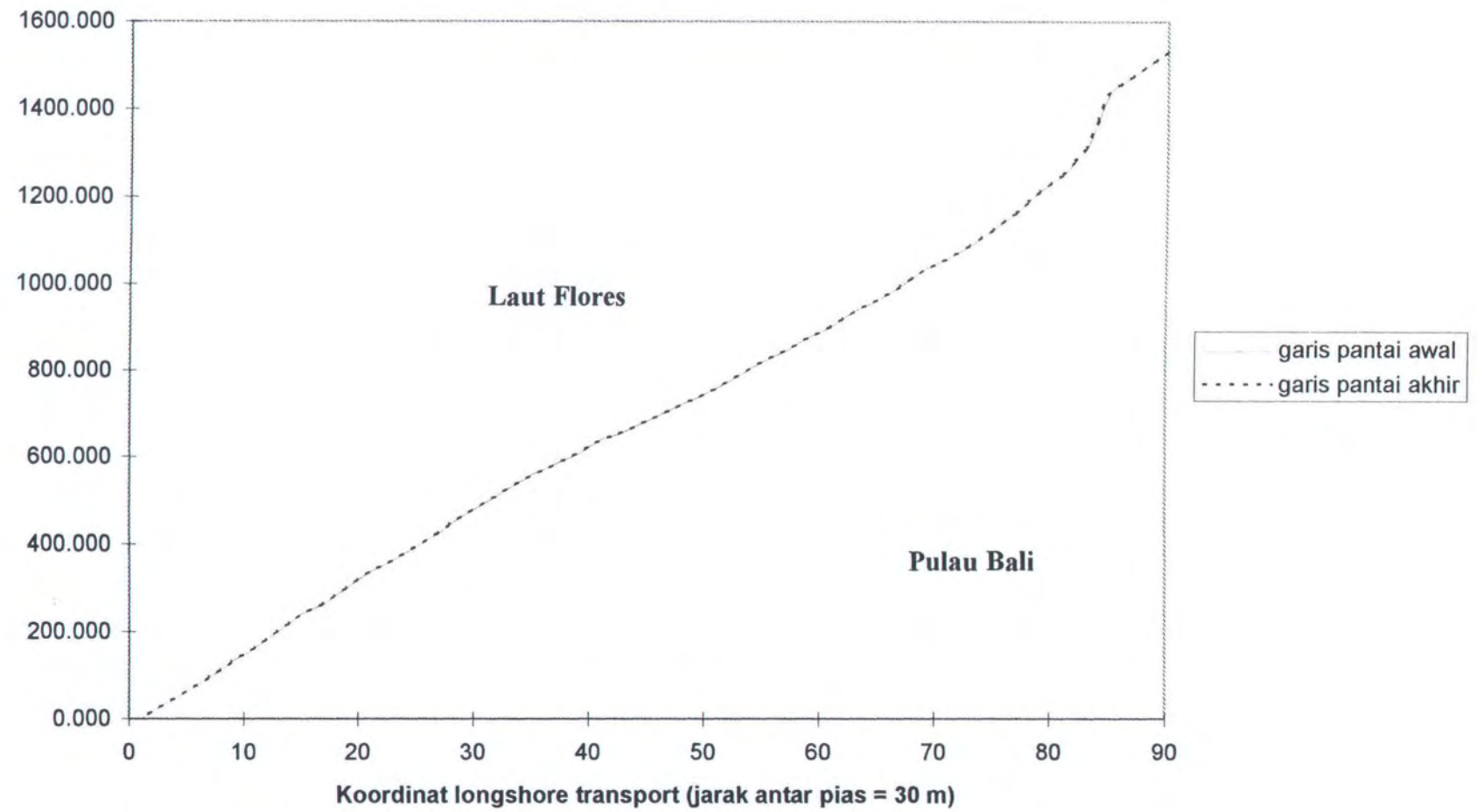
Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.198	1531.052
89	30	1512.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1512.500
88	30	1493.750	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1493.750
87	30	1475.000	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1475.000
86	30	1456.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1456.250
85	30	1437.500	0.087	2.083	2.651	69.331	1030.438	0.511	1438.011
84	30	1375.000	0.087	2.083	2.651	69.331	1030.438	0.000	1375.000
83	30	1312.500	0.087	1.042	1.241	51.141	1524.390	-2.122	1310.378
82	30	1281.250	0.087	1.042	1.241	51.141	1524.390	0.000	1281.250
81	30	1250.000	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.108	1250.108
80	30	1231.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1231.250
79	30	1212.500	0.087	0.833	0.992	44.778	1560.054	-0.261	1212.239
78	30	1187.500	0.087	0.833	0.992	44.778	1560.054	0.000	1187.500
77	30	1162.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.261	1162.761
76	30	1143.750	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1143.750
75	30	1125.000	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1125.000
74	30	1106.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1106.250
73	30	1087.500	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.154	1087.654
72	30	1071.880	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	1071.879
71	30	1056.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.270	1056.520
70	30	1043.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	1043.750
69	30	1031.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.939	1030.311
68	30	1012.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	1012.500
67	30	993.750	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	0.153	993.903
66	30	978.120	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	978.121
65	30	962.500	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.269	962.769
64	30	950.000	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	950.000
63	30	937.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.939	936.561

62	30	918.750	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	918.750
61	30	900.000	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.595	900.595
60	30	887.500	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	887.500
59	30	875.000	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.571	874.429
58	30	859.370	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	859.371
57	30	843.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.312	844.062
56	30	831.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	831.250
55	30	818.750	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.571	818.179
54	30	803.120	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	803.121
53	30	787.500	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	787.499
52	30	771.870	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	771.871
51	30	756.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.312	756.562
50	30	743.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	743.750
49	30	731.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	731.250
48	30	718.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	718.750
47	30	706.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	706.250
46	30	693.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	693.750
45	30	681.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	681.250
44	30	668.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	668.750
43	30	656.250	0.087	0.313	0.411	22.335	1096.783	0.490	656.740
42	30	646.870	0.087	0.312	0.410	22.318	1096.109	0.003	646.873
41	30	637.500	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-1.364	636.136
40	30	621.870	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	621.871
39	30	606.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.355	606.605
38	30	593.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	593.750
37	30	581.250	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	581.250
36	30	568.750	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	568.750
35	30	556.250	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.571	555.679
34	30	540.620	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	540.621
33	30	525.000	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	524.999
32	30	509.370	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	509.371
31	30	493.750	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	493.749
30	30	478.120	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	478.121

29	30	462.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.369	462.131
28	30	443.750	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	443.750
27	30	425.000	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	0.153	425.153
26	30	409.370	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	409.371
25	30	393.750	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	393.749
24	30	378.120	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	378.121
23	30	362.500	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.355	362.855
22	30	350.000	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	350.000
21	30	337.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.323	337.177
20	30	318.750	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	318.750
19	30	300.000	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	300.000
18	30	281.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	281.250
17	30	262.500	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.638	263.138
16	30	250.000	0.087	0.417	0.523	27.592	1280.829	0.000	250.000
15	30	237.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.939	236.561
14	30	218.750	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	218.750
13	30	200.000	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	200.000
12	30	181.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	181.250
11	30	162.500	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	0.196	162.696
10	30	146.870	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	146.871
9	30	131.250	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	-0.369	130.881
8	30	112.500	0.087	0.625	0.753	36.978	1499.328	0.000	112.500
7	30	93.750	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	0.368	94.118
6	30	78.120	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	78.121
5	30	62.500	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	62.499
4	30	46.870	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	46.871
3	30	31.250	0.087	0.521	0.637	32.492	1413.741	-0.001	31.249
2	30	15.620	0.087	0.521	0.636	32.477	1413.395	0.001	15.621
1	30	0.000	0.087	0.000	0.087	4.972	924.105	2.102	2.102



Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
akibat gelombang datang arah barat laut



LAMPIRAN C

HASIL PERHITUNGAN PERUBAHAN
GARIS PANTAI UNTUK 5 KONDISI
ALTERNATIF

Keterangan tabel perhitungan perubahan garis pantai

- Pias ke
menunjukkan posisi pias yang diperhitungkan, dimana sepanjang pantai dibagi menjadi 90 pias.
- Delta X
adalah jarak antar pias (30 m).
- Y awal
adalah koordinat dari pengukuran peta lokasi studi dengan skala 1 : 20.000 (gambar 4.4.1), dimana titik acuan $Y = 0$ berada pada pias pertama, untuk selanjutnya ditarik garis horisontal dari pias 1 sampai 90 dan diukur jarak antara garis horisontal dengan garis pantai untuk masing-masing pias.
- Tan o
adalah sudut yang dibentuk oleh gelombang datang dengan garis horisontal.
- Tan i
adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis horisontal.
- Tan b
adalah sudut gelombang pecah yang dihitung sesuai pers 4.3.5.
- b
adalah nilai dari tan b.
- Q
adalah banyaknya sedimen transport dalam satuan $m^3/tahun$ yang diperoleh dari pers 4.3.1.

- Delta Y

adalah besarnya perubahan garis pantai setelah mengalami longshore transport dan pemasangan groin.

- Y akhir

adalah garis pantai setelah mengalami longshore transport yang diperoleh dari penjumlahan antara Y awal dengan delta Y.

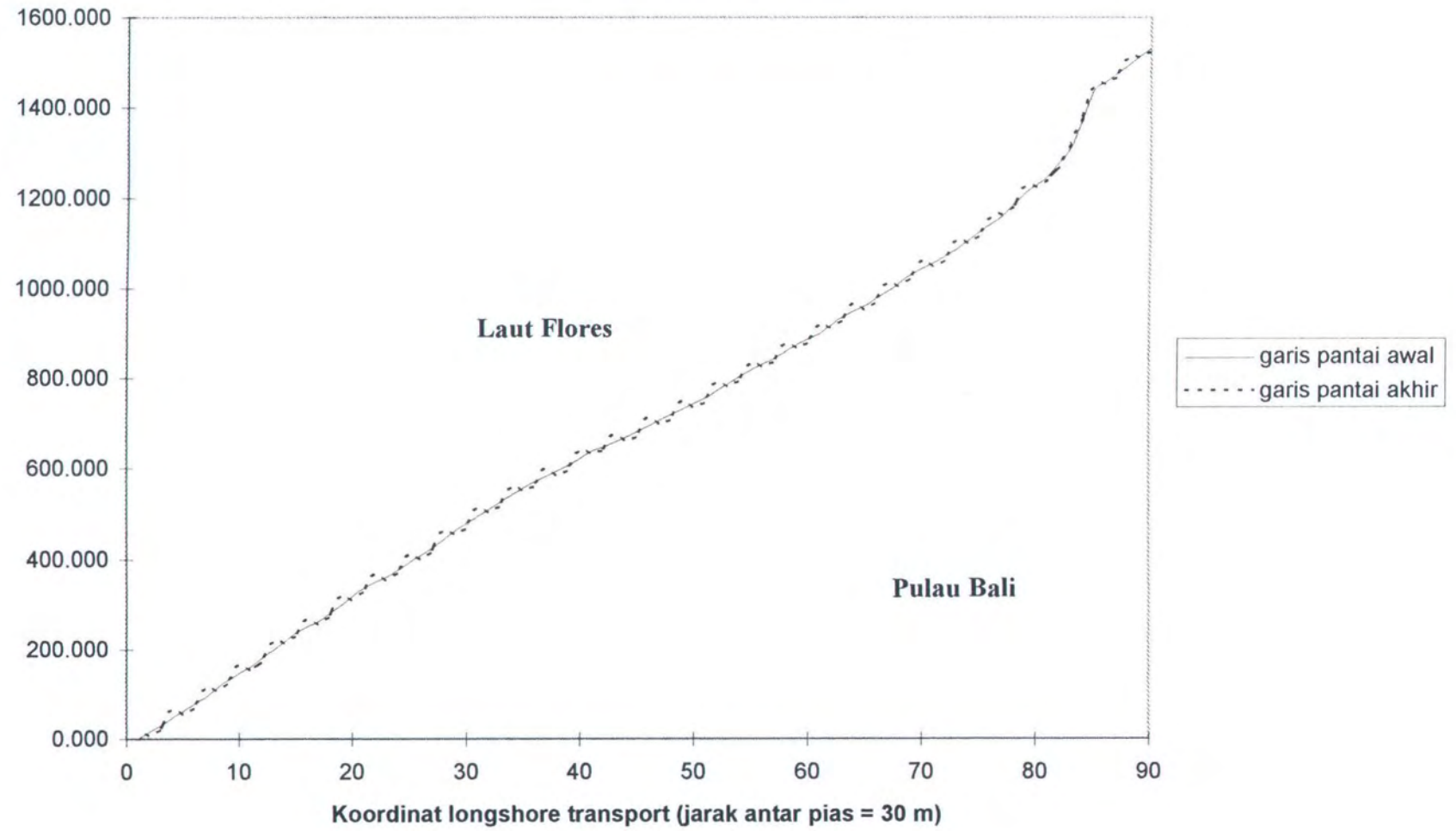
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 1 (jarak antar groin = 90 m)

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	13.936	1507.686
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	1466.728
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-1.654	1454.596
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-883.677	7.596	1445.096
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-883.677	1.152	1376.152
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2217.922	6.960	1319.460
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2217.922	-11.570	1269.680
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	1241.728
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	-4.963	1226.287
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	13.810	1226.310
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	-7.193	1180.307
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2061.520	3.631	1166.131
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	13.168	1156.918
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1776.079	-9.265	1115.735
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	-3.971	1102.279
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	18.032	1105.532
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-10.141	1061.739
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-5.343	1050.907
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	5582.204	16.705	1060.455
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	1021.323
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-6.618	1005.882
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	17.596	1011.346
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	3795.218	-9.899	968.221
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	5253.839	-7.609	954.891
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	5253.839	15.676	965.676
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	929.228

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	-4.963	913.787
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	17.972	917.972
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-8.937	878.563
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-4.934	870.066
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	17.276	876.646
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-8.937	834.813
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-3.426	827.824
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	11.903	830.653
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1702.982	-8.884	794.236
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2430.093	-3.793	783.707
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	18.674	790.544
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	745.973
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.852	736.898
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	16.740	747.990
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-10.426	708.324
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-5.139	701.111
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	17.777	711.527
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-10.706	670.544
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-5.139	663.611
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	8184.613	17.930	674.180
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	2456.861	-9.154	637.716
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-2.396	635.104
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	16.556	638.426
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-11.419	594.831
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-6.852	586.898
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	18.088	599.338
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	558.758
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-3.221	553.029
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	16.556	557.176
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	514.859
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-5.088	504.282
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4228.362	18.031	511.781
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	467.967

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2759.266	-4.241	458.259
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	18.419	462.169
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	1701.065	-8.874	416.126
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-6.355	403.015
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	16.552	410.302
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1459.699	-7.614	370.506
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-6.089	356.411
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	16.663	366.663
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.179	328.321
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-6.618	312.132
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1268.628	19.302	319.302
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	272.978
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-5.431	257.069
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	16.663	266.663
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	229.228
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	-3.309	215.441
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	17.264	217.264
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	172.978
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-6.940	155.560
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4379.098	17.925	164.795
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	122.978
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	-3.309	109.191
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	17.996	111.746
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1848.952	-9.645	68.475
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-5.567	56.933
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	4135.814	17.614	64.484
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	21.109
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-7.626	7.994
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	6017.133	21.325	21.325

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
untuk kondisi alternatif 1



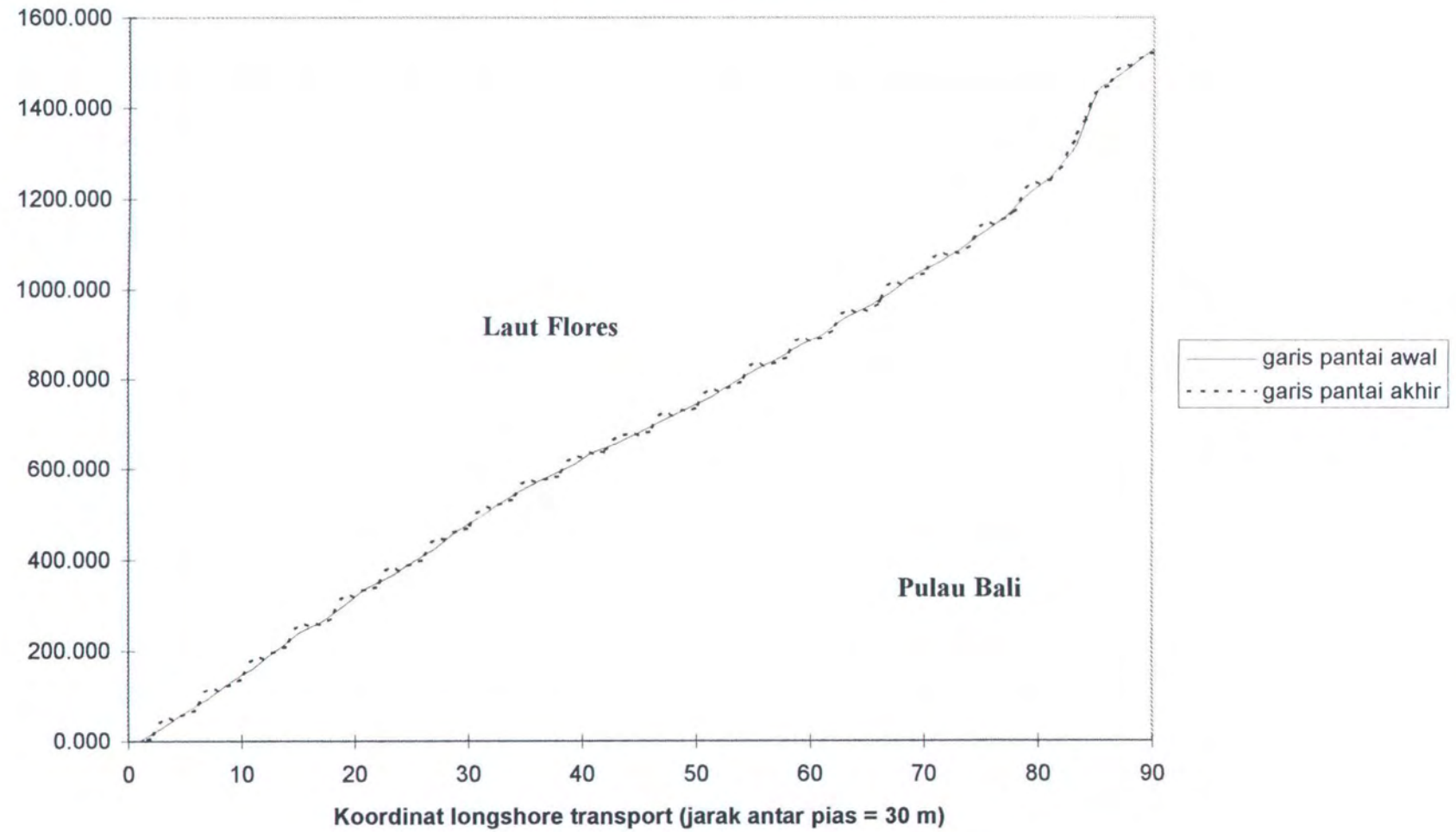
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 2 (jarak antar groin = 120 m)

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	13.826	1488.826
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	-8.272	1447.978
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	1767.354	-0.947	1436.553
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	1767.354	0.000	1375.000
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	2464.358	15.768	1328.268
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	1725.051	-8.999	1272.251
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-7.546	1242.454
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	3.309	1234.559
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2481.882	17.455	1229.955
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1930.353	-10.070	1177.430
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2727.550	-4.159	1158.341
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	0.993	1144.743
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	19.091	1144.091
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2061.520	-10.754	1095.496
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-7.013	1080.487
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	2430.093	5.091	1076.971
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	5910.569	18.869	1075.119
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	1033.758
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-4.554	1026.696
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1012.500
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	20.303	1014.053
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	967.967
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3414.995	-7.662	954.838
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.685	950.685
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	13.156	950.656

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	908.823
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-7.202	892.798
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.000	887.500
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	15.440	890.440
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	849.217
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.976	836.774
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.000	831.250
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	15.440	834.190
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	792.967
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-5.059	782.441
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	2.521	774.391
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	5910.569	16.184	772.434
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	733.758
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-1.713	729.537
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	0.000	718.750
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	15.628	721.878
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	683.758
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-5.139	676.111
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	6.852	675.602
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	8184.613	11.755	668.005
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	2456.861	-9.154	637.716
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-2.396	635.104
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	5.059	626.929
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	15.697	621.947
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	583.758
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-5.139	576.111
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	3.426	572.176
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	13.993	570.243
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	530.467
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	2430.093	-2.524	522.476
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	1459.699	5.062	514.432
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	12.102	505.852
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	467.967

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	0.226	462.726
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	1.654	445.404
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	17.976	442.976
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	399.217
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	2430.093	-2.524	391.226
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	-0.014	378.106
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	18.631	381.131
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	2364.228	-10.277	339.723
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	-1.810	335.690
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	1.654	320.404
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	17.545	317.545
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	271.323
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-3.777	258.723
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	1313.460	6.852	256.852
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	15.150	252.650
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	208.823
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	-1.654	198.346
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	3.309	184.559
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	17.976	180.476
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	136.717
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-6.392	124.858
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	112.500
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	20.191	113.941
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	67.967
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2430.093	-2.524	59.976
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	2.524	49.394
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	14.640	45.890
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	5.467
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	3438.362	0.901	0.901

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
untuk kondisi alternatif 2



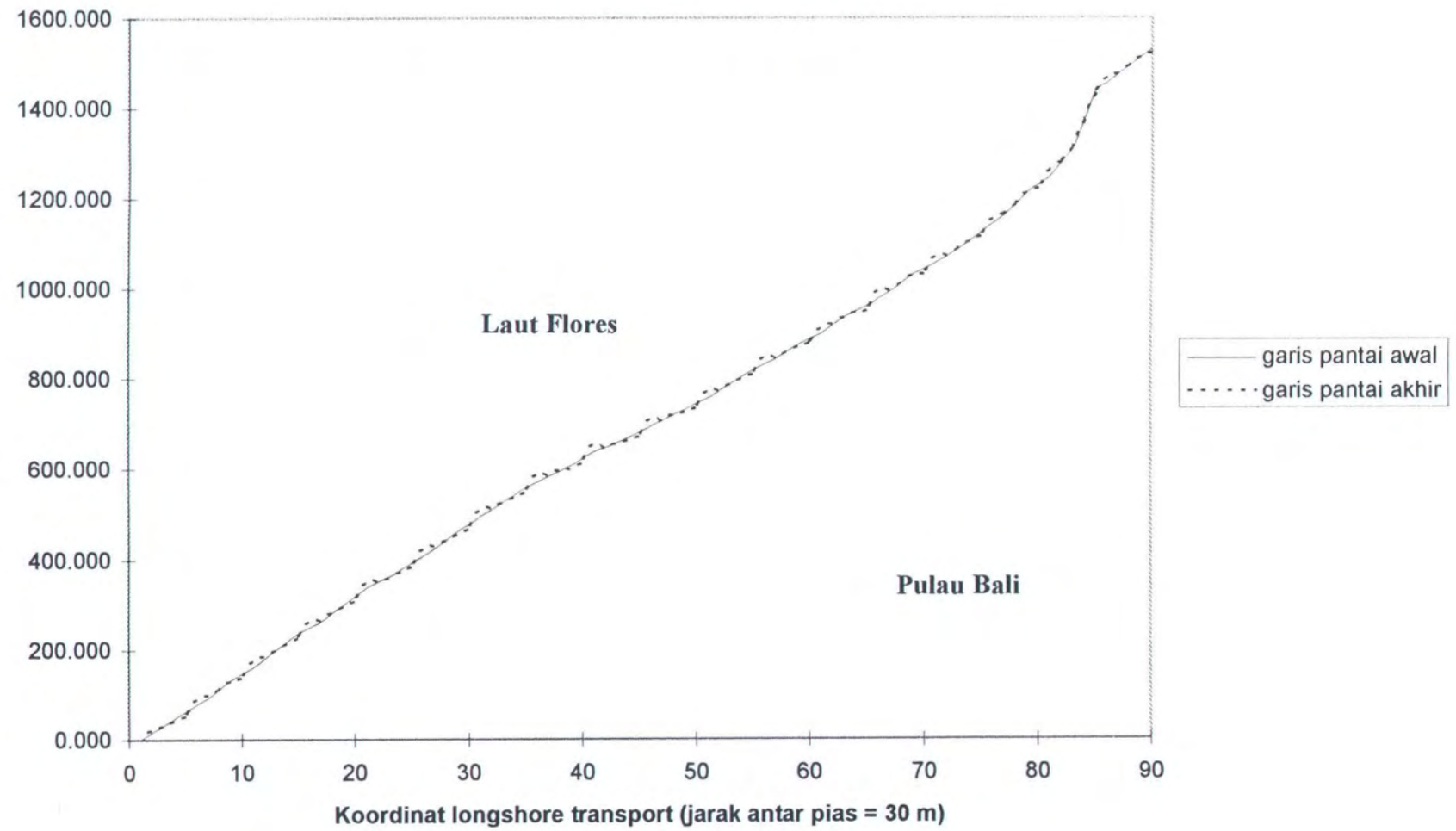
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 3 (jarak antar groin = 150 m)

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1475.000
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	11.626	1467.876
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	1237.148	-6.454	1431.046
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	1767.354	-2.766	1372.234
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	1725.051	0.221	1312.721
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	1725.051	0.000	1281.250
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	12.336	1262.336
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	1221.323
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1930.353	-0.143	1212.357
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1930.353	0.000	1187.500
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1268.628	1.817	1164.317
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	10.121	1153.871
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	1115.073
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	-1.654	1104.596
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	1.428	1088.928
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	1458.056	2.547	1074.427
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	13.999	1070.249
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-11.419	1032.331
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	-1.187	1030.063
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	0.000	1012.500
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	3.166	996.916
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	16.727	994.847
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	-11.419	951.081
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	2955.284	-1.713	948.287
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	0.526	938.026

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	3.309	922.059
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	5253.839	12.081	912.081
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	877.508
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-3.221	871.779
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-0.017	859.353
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	3.301	847.051
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	15.780	847.030
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	808.609
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	-2.550	800.570
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2187.084	0.641	788.141
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	1459.699	2.232	774.102
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	5910.569	15.198	771.448
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	733.758
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-5.139	726.111
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.000	718.750
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2626.919	1.713	707.963
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	15.939	709.689
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-9.992	671.258
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-5.139	663.611
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	3273.845	0.051	656.301
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	2866.338	2.126	648.996
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	15.846	653.346
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	611.717
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.976	599.274
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2955.284	1.713	595.463
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	5.139	586.389
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	16.907	585.657
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	546.109
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-5.088	535.532
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	0.017	525.017
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	5.059	514.429
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	13.268	507.018
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	467.967

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-6.392	456.108
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	443.750
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	6.403	431.403
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	14.657	424.027
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	383.609
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-5.088	373.032
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-1.900	360.600
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	2495.573	4.111	354.111
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	11.277	348.777
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	308.823
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	-3.309	296.691
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	1.654	282.904
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	1313.460	4.729	267.229
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	12.419	262.419
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	227.573
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	-3.309	215.441
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2378.677	0.827	200.827
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1585.785	4.136	185.386
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	12.759	175.259
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	136.717
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	-1.428	129.822
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	0.000	112.500
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	1458.056	3.975	97.725
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	12.122	90.242
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	52.359
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-5.088	41.782
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	0.017	31.267
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	5.059	20.679
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	6017.133	13.710	13.710

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
untuk kondisi alternatif 3



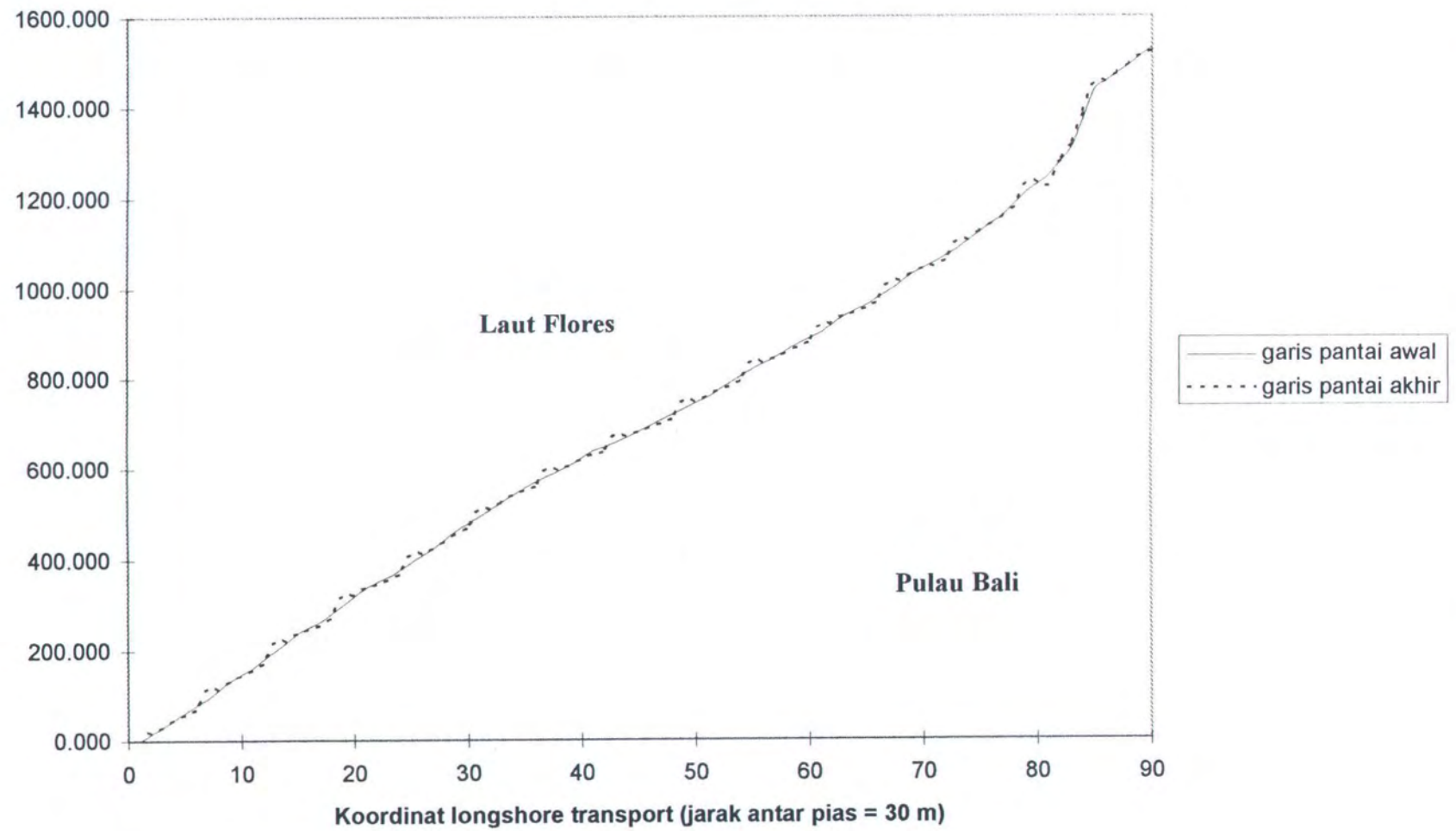
Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 4 (jarak antar groin = 180 m)

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1475.000
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1456.250
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-689.268	12.949	1450.449
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-1767.354	9.219	1384.219
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	3.636	1316.136
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	0.000	1281.250
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2346.962	-25.098	1224.902
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	2.316	1233.566
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1654.588	18.558	1231.058
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	1930.353	-10.070	1177.430
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	-4.820	1157.680
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-1.654	1142.096
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1125.000
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1106.250
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	16.124	1103.624
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	1061.739
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.988	1049.262
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.000	1043.750
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.585	1031.835
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2220.099	4.963	1017.463
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	16.214	1009.964
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	967.967
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.976	955.524
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	946.574
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	0.702	938.202

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	3.309	922.059
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	16.233	916.233
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	877.223
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.470	867.530
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4379.098	-5.096	854.274
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	-1.137	842.613
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	3.426	834.676
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	17.217	835.967
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	792.967
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.594	779.906
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-0.020	771.850
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	2955.284	2.351	758.601
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	5.139	748.889
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	18.453	749.703
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	708.473
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.852	699.398
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	690.324
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	0.000	681.250
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	3.426	672.176
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	7366.152	16.431	672.681
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	2047.384	-10.680	636.190
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.067	630.433
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	-2.558	619.312
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-0.250	606.000
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	3.426	597.176
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	17.480	598.730
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	1970.190	-10.277	558.473
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-4.934	551.316
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-0.017	540.603
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	0.017	525.017
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	2.521	511.891
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	14.570	508.320
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	467.967

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-6.392	456.108
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	-3.309	440.441
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	-0.429	424.571
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	5.053	414.423
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	17.108	410.858
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	367.967
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-6.976	355.524
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	346.574
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	1.449	338.949
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	3.309	322.059
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	20.048	320.048
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	271.323
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	-7.202	255.298
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	-3.426	246.574
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3805.884	0.702	238.202
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	3.309	222.059
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	20.048	220.048
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	-9.927	171.323
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-5.285	157.215
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-2.555	144.315
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3488.727	-0.432	130.818
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	1.654	114.154
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	21.873	115.623
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	67.967
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	-5.059	57.441
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	-0.017	46.853
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	2916.112	0.017	31.267
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	2.521	18.141
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	6017.133	21.465	21.465

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
untuk kondisi alternatif 4



Perhitungan perubahan garis pantai selama 1 tahun untuk kondisi alternatif 5 (jarak antar groin = 210 m)

Pias Ke	Delta X (m)	Y awal (m)	Tan o	Tan i	Tan b	b	Q (m3/tahun)	Delta Y (m)	Y akhir (m)
90	30	1531.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-8.964	1522.286
89	30	1512.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1512.500
88	30	1493.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1493.750
87	30	1475.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1475.000
86	30	1456.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1456.250
85	30	1437.500	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-689.268	13.427	1450.927
84	30	1375.000	1.192	2.083	-2.208	-65.635	-1767.354	-12.815	1362.185
83	30	1312.500	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-1971.486	10.284	1322.784
82	30	1281.250	1.192	1.042	-9.243	-83.825	-2464.358	2.571	1283.821
81	30	1250.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-9.800	1240.200
80	30	1231.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	0.000	1231.250
79	30	1212.500	1.192	0.833	8.235	83.076	3033.412	0.721	1213.221
78	30	1187.500	1.192	0.833	8.235	83.076	2757.647	1.439	1188.939
77	30	1162.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1268.628	12.355	1174.855
76	30	1143.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2061.520	-10.754	1132.996
75	30	1125.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	-5.791	1119.209
74	30	1106.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3488.727	-1.654	1104.596
73	30	1087.500	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-7.183	1080.317
72	30	1071.880	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	0.029	1071.909
71	30	1056.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-8.905	1047.345
70	30	1043.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	18.609	1062.359
69	30	1031.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2061.520	-10.754	1020.496
68	30	1012.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3488.727	-7.445	1005.055
67	30	993.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	-2.084	991.666
66	30	978.120	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	-0.023	978.097
65	30	962.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-13.953	948.547
64	30	950.000	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	950.000
63	30	937.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	17.577	955.077

62	30	918.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2061.520	-10.754	907.996
61	30	900.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3677.687	-8.431	891.569
60	30	887.500	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-15.074	872.426
59	30	875.000	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	8.905	883.905
58	30	859.370	1.192	0.521	4.515	77.510	4865.664	-0.029	859.341
57	30	843.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	4.827	848.577
56	30	831.250	1.192	0.417	3.196	72.626	5253.839	16.663	847.913
55	30	818.750	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	808.609
54	30	803.120	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-7.626	795.494
53	30	787.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	-2.515	784.985
52	30	771.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3746.561	0.739	772.609
51	30	756.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-14.714	741.536
50	30	743.750	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	0.000	743.750
49	30	731.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	14.145	745.395
48	30	718.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2298.555	-11.990	706.760
47	30	706.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-22.268	683.982
46	30	693.750	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	10.277	704.027
45	30	681.250	1.192	0.417	3.196	72.626	4925.474	-1.713	679.537
44	30	668.750	1.192	0.417	3.196	72.626	4597.109	1.713	670.463
43	30	656.250	1.192	0.313	2.399	67.369	4092.307	2.633	658.883
42	30	646.870	1.192	0.312	2.397	67.351	6551.630	19.009	665.879
41	30	637.500	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	627.359
40	30	621.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-7.626	614.244
39	30	606.250	1.192	0.417	3.196	72.626	6567.299	-16.491	589.759
38	30	593.750	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	13.703	607.453
37	30	581.250	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	3.426	584.676
36	30	568.750	1.192	0.417	3.196	72.626	2232.882	5.481	574.231
35	30	556.250	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	16.135	572.385
34	30	540.620	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	530.467
33	30	525.000	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.594	517.406
32	30	509.370	1.192	0.521	4.515	77.510	3649.248	-1.289	508.081
31	30	493.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	1.289	495.039
30	30	478.120	1.192	0.521	4.515	77.510	2919.398	2.518	480.638

29	30	462.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	1.993	464.493
28	30	443.750	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	19.347	463.097
27	30	425.000	1.192	0.521	4.520	77.525	1944.075	-10.141	414.859
26	30	409.370	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	-7.626	401.744
25	30	393.750	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	-2.515	391.235
24	30	378.120	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	-0.023	378.097
23	30	362.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	3.176	365.676
22	30	350.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3283.649	0.000	350.000
21	30	337.500	1.192	0.625	7.125	82.011	3171.570	23.988	361.488
20	30	318.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2029.805	-10.588	308.162
19	30	300.000	1.192	0.625	7.125	82.011	3488.727	-7.610	292.390
18	30	281.250	1.192	0.625	7.125	82.011	4123.041	-3.309	277.941
17	30	262.500	1.192	0.417	3.196	72.626	3940.379	0.953	263.453
16	30	250.000	1.192	0.417	3.196	72.626	3677.687	1.370	251.370
15	30	237.500	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	5.949	243.449
14	30	218.750	1.192	0.625	7.125	82.011	2854.413	17.693	236.443
13	30	200.000	1.192	0.625	7.125	82.011	2061.520	-10.754	189.246
12	30	181.250	1.192	0.625	7.125	82.011	3488.727	-7.445	173.805
11	30	162.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3888.149	-2.084	160.416
10	30	146.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3405.965	2.515	149.385
9	30	131.250	1.192	0.625	7.125	82.011	2537.256	4.532	135.782
8	30	112.500	1.192	0.625	7.125	82.011	1902.942	3.309	115.809
7	30	93.750	1.192	0.521	4.520	77.525	4860.186	22.239	115.989
6	30	78.120	1.192	0.521	4.515	77.510	1946.266	-10.153	67.967
5	30	62.500	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	-7.594	54.906
4	30	46.870	1.192	0.521	4.515	77.510	3892.531	-2.558	44.312
3	30	31.250	1.192	0.521	4.520	77.525	3402.130	2.558	33.808
2	30	15.620	1.192	0.521	4.515	77.510	2432.832	5.056	20.676
1	30	0.000	1.192	0.000	1.192	50.006	2578.771	7.923	7.923

Hasil simulasi perubahan garis pantai selama 1 tahun
untuk kondisi alternatif 5

